



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

PETRI PYYKKÖNEN  
ENERGIATEHOKKUUSPALVELUT  
Diplomityö

Tarkastaja: professori Risto Raiko  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
luonnontieteiden tiedekunnan tiede-  
kuntaneuvoston kokouksessa 09.  
Tammikuuta 2013

## TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Ympäristö- ja energiatekniikan koulutusohjelma

**PYYKKÖNEN, PETRI:** Energiatehokkuuspalvelut

Diplomityö, 63 sivua

Helmikuu 2013

Pääaine: Voimalaitos- ja polttotekniikka

Tarkastaja: professori Risto Raiko

Avainsanat: Energiatehokkuusdirektiivi, energiatehokkuuspalvelut, älykäs kaukolämpöverkko, älykäs sähköverkko, yhteistuotanto

Energiankulutus on kasvanut Euroopassa. Euroopan Parlamentti ja komissio ovat reagoineet energiansäästötarpeeseen uuden energiatehokkuusdirektiivin avulla. Direktiivin avulla yritetään vähentää 1,5 % loppuenergian kulutusta vuosittain vuodesta 2014 alkaen.

Tässä diplomityössä tarkastellaan energiatehokkuusdirektiivin asettamia vaatimuksia sähkön- ja kaukolämmöntuotantoon sekä energian säästöön. Lisäksi laaditaan katsaus energiatehokkuuspalveluiden nykytilaan ja hahmotellaan energiatehokkuuspalveluiden roolia tulevaisuudessa osana älykkäitä sähkö- ja kaukolämpöverkkoja.

Aineistona käytetään Euroopan Parlamentin ensimmäisen käsittelyn ehdotusta uudeksi energiatehokkuusdirektiiviksi syyskuulta 2012. Diplomityössä hyödynnetään Motivan kyselytutkimusta ja Accenturen maailmanlaajuisia tutkimusohjelmaa tuomaan esille kuluttajan näkökulmaa energiatehokkuuspalveluiden hyödyntämiseen. Lisäksi energiatehokkuuspalveluiden nykytila-analyysissä käytetään hyödyksi energiayrityksien kotisivujen tietosisältöjä.

Tällä hetkellä Suomessa on laaja mutta hajanainen palveluverkosto, jossa on useita eri toimijoita. Julkisella sektorilla on kattava palvelujärjestelmä, jota koordinoi Motiva Oy. Yksityinen sektori ja energiayritykset tuottavat energiatehokkuuspalveluita kuluttajille kasvattaakseen asiakaskuntaa, laajentaakseen liiketoimintaa ja tehostaakseen energiankäyttöä. Tulevaisuudessa älykäs sähköverkko ja kaukolämpöverkko lisäävät uusia mahdollisuuksia ja ulottuvuuksia energiatehokkuuspalveluiden tarjontaan. Toistaiseksi kuluttajat ovat vielä haluttomia hyödyntämään maksullisia palveluita, jos vaihtoehtona on halvempi sähkön hinta.

Tulevaisuudessa on tärkeätä onnistua tuottamaan energiatehokkuuspalveluita kuluttajille osaksi arkielämää, jotta saavutettaisiin pysyviä vaikutuksia ja estettäisiin palaa-minen aikaisempaan energiaa tuhlaavaan elämäntapaan. Energiapalveluverkostoa tulee kehittää ja toimijoiden tulee verkostoitua enemmän keskenään palvelutoimintansa tehostamiseksi. Kun energia-alan toimijoilla on selkeä käsitys omasta roolistaan palvelutarjonnassa, vältetään päällekkäisyyksiltä ja ylimääräisiltä kustannuksilta. Kustannustehokkaalla ja asiakkaiden tarpeista lähtevällä palvelulla tullaan tavoittamaan kuluttajat paremmin ja saavuttamaan pitkäkestoisia tuloksia.

Energiatehokkuuspalveluiden kehittymiseen vaikuttavat tekniikan kehittymisen lisäksi myös monet muut asiat. Erityisesti talouskehitys ja energian hinta tulevat heijastumaan energiantuotannon rakenteeseen ja uusiin investointeihin sekä energiankulutukseen ja kuluttajien käyttäytymiseen.

## ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Environmental and Energy Technology

**PYYKKÖNEN, PETRI:** Energy efficiency services

Master of Science Thesis, 63 pages

February 2013

Major: Power Plants and Combustion Technology

Examiner: Professor Risto Raiko

Keywords: Energy Efficiency Directive, energy efficiency services, smart district heating network, smart grid, CHP

Energy consumption has been growing in Europe. The European Parliament and the Commission have responded to that with the proposal of the new Energy Efficiency Directive. The European Union attempts to reduce 1,5 % of the final energy consumption in each year from 2014 onwards by implementing the new Energy Efficiency Directive.

This Master of Science Thesis examines the Directive's requirements for production of electricity, production of district heating and energy savings. In addition overviews are provided for the following topics: the current situation of the energy efficiency services, the role of energy efficiency services in smart grids and district heating networks in the future.

The material used in this Master of Science Thesis includes the European Parliament's first reading of the proposal of the new Energy Efficiency Directive from September 2012. Motiva's survey and Accenture's global research program are used to underline the consumer's point of view concerning energy efficiency services utilization. Furthermore the energy companies' home pages are used to survey the current situation of energy efficiency services.

Currently there is a wide but dispersed service network with numerous operators. The public sector has a comprehensive service system, which is coordinated by Motiva Oy. The private sector and the energy companies are producing energy efficiency services for consumers in order to increase their customer base, expand business and increase efficiency in energy use. In the future, smart grid and district heating networks will increase the range of new opportunities and dimensions of energy efficiency service offerings. So far consumers have been reluctant to take advantage of payable services, if there is an alternative of cheaper price of electricity.

In the future it is important to provide energy efficiency services to consumers as a long-term lifestyle investment, preventing consumers from returning to their previous lifestyle of wasting energy. Energy service network should be developed more. The operators should co-operate and combine their operations to get more efficient systems. When each of the energy sector operators has a clear understanding of their area in the service sector, organizations avoid duplication and extra costs. Consumers can be reached better and long-term goals can be achieved with cost effective and advanced system.

Among other things, the development of energy efficiency services is influenced by the development of technical progress. In particular, the effect of economic development and the price of energy will be reflected in the structure of energy production and new investments together with energy consumption and consumer behavior.

## ALKUSANAT

Diplomityö tuntui kaukaiselta asialta, kun aloitin opiskeluni TTY:llä vuoden 2007 syksyllä. Kuvittelin ensimmäisistä vuosista alkaen valmistuvani viidessä vuodessa. Vaihto-opiskelu Malesiassa pidensi kuitenkin opiskelu-urakkaani ja siirsi diplomityön aloittamista myöhemmälle. Nyt pitkä ja välillä niin raskas urakka alkaa olla vihdoinkin jo viimeisillä metreillä. Lukemattomia tunteja ja useita toivottomia hetkiä diplomityöni on kuitenkin vaatinut, eikä se olisi yksin onnistunut.

Tämä diplomityö on tehty Tampereen Sähkölaitos Oy:n stipendirahtuksella. Työn tarkastajana on toiminut professori Risto Raiko Tampereen teknillisestä yliopistosta ja työn ohjaajana kehitysjohtaja Mika Pekkinen Tampereen Sähkölaitokselta.

Kiitokseni haluan esittää Mikalle ja Ristolle saamastani ohjauksesta ja palautteesta. Suuri kiitos Mikalle kiinnostuksestaan diplomityötäni kohtaan. Kiitos myös Tampereen Sähkölaitoksen työntekijöille, jotka jakoivat ideoitaan työn eri vaiheissa.

Haluan kiittää myös vanhempiani, jotka ovat jaksaneet tukea ja kannustaa minua koko opiskeluajan. Kiitos myös ystäväilleni, joiden seurassa saatoinkin unohtaa diplomityön aina, kun se oli tarpeen.

# SISÄLLYS

Termit ja niiden määritelmät .....	vii
1 Johdanto .....	1
2 EU:n energiatehokkuusdirektiivin vaikutukset .....	3
2.1 Energiatehokkuusdirektiivi .....	3
2.1.1 Energiatehokkuustavoitteet .....	3
2.1.2 Energiatehokkuusvelvoitejärjestelmät .....	4
2.1.3 Energiakatselmukset ja energianhallintajärjestelmät .....	5
2.1.4 Kulutuksen mittaaminen .....	5
2.1.5 Laskutus- ja mittaustiedot .....	6
2.1.6 Kuluttajien tiedotus ja seuraamukset .....	7
2.1.7 Lämmityksen ja jäähdytyksen tehokkuuden edistäminen .....	7
2.1.8 Energian muuntaminen, siirto ja jakelu .....	8
2.1.9 Energiapalvelut .....	9
2.1.10 Muut energiatehokkuutta edistävät toimenpiteet .....	9
2.2 Vaikutukset sähköntuotantoon .....	10
2.2.1 Sähköntuotannon rakenne .....	10
2.2.2 Sähkönkulutuksen rakenne .....	12
2.2.3 Sähkönkulutuksen vähentäminen .....	13
2.3 Vaikutukset kaukolämmöntuotantoon .....	14
2.3.1 Kaukolämmön tuotantorakenne .....	15
2.3.2 Kaukolämmön kulutusrakenne .....	16
2.4 Yhteistuotannon näkökulma .....	16
2.5 Loppukuluttajan näkökulma .....	18
3 Energiatehokkuuspalvelut .....	20
3.1 Energiatehokkuuspalveluiden tila Suomessa .....	20
3.1.1 Julkinen sektori .....	21
3.1.2 Energiayritykset .....	23
3.1.3 Yksityinen sektori .....	26
3.2 Katsaus energiatehokkuuspalveluihin maailmalla .....	27
3.2.1 Kuluttajien käyttäytyminen .....	28
3.2.2 Kuluttajien energianeuvonta eräissä Euroopan maissa .....	30
3.2.3 Energiayritysten energiatehokkuuspalveluita maailmalla .....	32
3.3 Kaukolämpötuotannon imagon kohotus .....	35
3.4 Energiayrityksien tarjoamat kulutusraportointiohjelmat ja kehitysnäkymät ..	36
3.5 Energiayritysten pilotteja energiatehokkuuspalveluissa .....	37
4 Energiatehokkuuspalveluiden rooli tulevaisuudessa .....	41
4.1 Älykkään sähköverkon tarjoamat mahdollisuudet .....	41
4.1.1 Älykäs sähköverkko .....	41
4.1.2 Älykkään sähköverkon palvelut kotitalouksille .....	46
4.2 Älykkään kaukolämpöjärjestelmän tarjoamat mahdollisuudet .....	47

4.2.1	Kaukolämmön varastointi.....	48
4.2.2	Älykäs kaukolämpöverkko .....	49
4.2.3	Pienimuotoinen sähkön ja lämmön yhteistuotanto .....	51
4.2.4	Kaukolämmön palvelut kotitalouksille.....	51
4.3	CHP-tuotannon toimintaympäristön muutos.....	52
5	Yhteenveto .....	55
	Lähteet.....	58

## TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

3G	Yleinen lyhenne kolmannen sukupolven matkapuhelinteknologioille.
CHP	Combined Heat and Power. Sähkön ja lämmön yhteistuotanto.
DSO	Distribution system operator. Jakeluverkon haltija.
Energiakatselmus	Energia-alalla energiakatselmus on TEM:n ohjeiden mukaan toteutettu ja raportoitu kokonaisvaltainen selvitys kohteen energian käytöstä, säästömahdollisuuksista ja uusiutuvien energialähteiden käyttömahdollisuuksista.
Energiatodistus	Kiinteistökohtainen todistus, mikä määrittää kiinteistön energialuokan asteikolla A-G. Vähiten energiaa kuluttaa A-luokan kiinteistö ja eniten G-luokan kiinteistö.
Ethernet	Pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu.
Hiilineutraali tuotanto	Tuotantoa, missä ei synny kasvihuonepäästöjä.
Kombiprosessi	Kaasuturbiini- ja höyryvoimalaitosprosessin yhdistelmä, jossa kaasuturbiinin kuumien pakokaasujen lämpöenergia hyödynnetään vielä lämmönvaihtimen välityksellä höyryturbiinissa.
Kasvihuonepäästöt	Ovat alkuaineita tai niiden yhdistelmiä, mitkä ilmakehässä ollessaan päästävät auringonsäteilyn lävitseen, mutta absorboi maanpinnalta lähtevästä lämpösäteilystä suuren osan aiheuttaen kasvihuoneilmion.
Keskitin	Verkon komponentti, joka ottaa signaalin vastaan ja lähettää sen edelleen muuttumattomana. Laitteen avulla verkon tietoliikenne voidaan koota yhteen paikkaan, tallentaa tietoa ja lähettää edelleen.
Lauhdetuotanto	Perustuu voimalaitoksiin, joissa polttoainetta polttamalla tuotetaan sähköenergiaa.
Loppukäyttäjä	Luonnollinen henkilö tai oikeushenkilö, joka ostaa energiaa omaa loppukäyttöä varten.
Mikro-CHP	Pienen kokoluokan sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitos.
M-Bus	M-Bus eli Meter-Bus on eurooppalainen standardi mittalaitteiden etäluentaan. Käytetään rakennuksissa pääasiassa sähkömittareissa, kaasumittareissa, vesimittareissa ja muissa kulutusmittareissa. Tekniikkaa käytetään myös monissa antureissa ja toimilaitteissa.
Nopea pyrolyysi	Tehokas tapa valmistaa hyvällä tuotesaannolla nestemäistä polttoainetta biomassasta. Pyrolyysissä polttoaine muuttuu kaasumaiseksi inerteissa olosuhteissa lämpötilan vaikutuk-

	sesta (ei siis pala). Tämän jälkeen oikeassa lämpötilassa syntyneet kaasut lauhdutetaan nesteeksi.
Pk-yritykset	Pienet ja keskisuuret yritykset, joiden palveluksessa on vähemmän kuin 250 työntekijää, vuosiliikevaihto enintään 50 miljoonaa euroa tai taseen loppusumma enintään 43 miljoonaa euroa.
PLC	Power Line Communication tarkoittaa sähköverkkoa pitkin tapahtuvaa tiedonsiirtoa.
Point-to-point	Tiedonsiirtotapa, jolla ollaan suoraan yhteydessä mittariin ilman välilaitteita.
Priimaus	CHP-voimalaitosten sähkötehon ja lämpötehon suhteen säättämistä turbiinin ohituksen tai lisäjäähdytin tai lämpöakun avulla.
Smart grid	Älykäs verkko (energiajärjestelmä, erityisesti sähköjärjestelmä) on asiakasvetoinen markkinapaikka hajautetulle tuotannolle ja kuluttajille: Älykäs sähköverkko mahdollistaa kustannustehokkaan verkon ja markkinayhteyden kuluttajille sekä hajautetulle tuotannolle, keskitetyn ja hajautetun tuotannon tehokkaan käytön, tarjoaa palveluita edistääkseen kuluttajan energiatehokkuutta ja energian säättämistä sekä varmistaa keskeytymättömän korkealaatuisen energian jakelun.
Toistin	Verkon komponentti, joka ottaa signaalin vastaan ja lähettää sen edelleen muuttumattomana ja voimakkaampana, jolloin tiedonsiirron etäisyyksiä saadaan pidennettyä. Lisää PLC kommunikoinnissa kuuluvuutta.
TSO	Transmission system operator. Tarkoittaa siirtoverkon haltijaa.
WLAN	Paikallinen langaton internetyhteys
Z-Wave	Langattoman viestinnän protokolla esimerkiksi kodin automaatioon, erityisesti sovelluksien kauko-ohjattavuuteen.
Mtoe	Energian mittayksikkö. Tarkoitetaan energiamäärää, mikä vapautuu poltettaessa miljoona tonnia raakaöljyä.
Wh	Energian mittayksikkö wattitunti. 1 wattitunti vastaa 3600 joulea.



# 1 JOHDANTO

Euroopassa on yritetty vähentää ja tehostaa energiankulutusta. Aikaisemmin on asetettu tavoite vähentää energiankulutusta 20 %:lla vuoteen 2020 mennessä. Tämä tavoite vuodelle 2020 uhkaa jäädä toteuttamatta, johon Euroopan komissio on reagoinut uuden energiatehokkuusdirektiiviehdotelman avulla. Uudessa direktiivissä on tiukempi energiatehokkuuslinja ja toimenpiteet sen saavuttamiseksi. Direktiivi kattaa energian käytön, tuotannon ja kuljetuksen yksityisellä sekä julkisella sektorilla. Energiansäästö tavoite on yksi EU:n 20/20/20 tavoitteista.

Energiankäytön tehostamista on Suomessa tehty jo pidemmän aikaan. Hyvänä esimerkkinä tästä on sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksien hyödyntäminen energiantuotannossa. Koska Suomessa ollaan jo pitkällä energian kulutuksen tehostamisessa, tulevat jatkotehostamistoimenpiteet vaikeammaksi ja kalliimmaksi. Uhkana Suomelle on, että tehdyt tehostamistoimenpiteet ja niillä saavutetut säästöt jäävät huomiotta.

Diplomityö on hyvin ajankohtainen, koska direktiivin velvoitteet tulevat voimaan lähitulevaisuudessa. Direktiivin velvoitteet ja tehostamistoimenpiteet koskevat energiantuotannon ohella erityisesti energian loppukäyttäjää ja loppukäyttäjien energiankulutuksen vähentämistä. Suomessa on jo havahduttu kehittämään energiatehokkuuteen liittyviä palveluita, joiden avulla yritetään kasvattaa asiakaskuntaa, laajentaa liiketoimintaa ja toisaalta tehostaa energiankäyttöä.

Tämän työn tavoitteena on tarkastella energiatehokkuusdirektiivin asettamia vaatimuksia energiayrityksille sähkön- ja lämmöntuotannolle ja toisaalta hahmottaa energiatehokkuuspalveluiden nykytilaa ja roolia tulevaisuudessa sähkön ja lämmön myyntiin liittyvissä liiketoiminnoissa.

Työn alussa kuvataan uuden energiatehokkuusdirektiivin keskeinen sisältö. Tämän lisäksi tarkastellaan direktiivin vaikutuksia sähkön- ja kaukolämmöntuotantoon. Lisäksi pohditaan direktiivin merkitystä yhteistuotannon ja loppukuluttajan näkökulmasta. Kolmannessa luvussa tarkastellaan energiatehokkuuspalveluiden nykytilaa, vertaillaan energiayritysten tarjoamia kulutusraportointipalveluita ja kuvataan eri energiayritysten pilotti-hankkeita. Neljännessä luvussa hahmotetaan energiatehokkuuspalveluiden tulevaisuuden mahdollisuuksia älykkäiden sähköverkkojen ja kaukolämpöverkkojen toimintaympäristössä. Lisäksi kuvataan CHP-tuotannon toimintaympäristössä tapahtuvia muutoksia. Työn viimeinen luku on yhteenveto energiatehokkuuspalveluiden mahdollisista kehitystrendeistä ja yleinen näkemys palveluiden yleistymiseen liittyvistä tekijöistä.

Palvelukartoituksessa rajoitutaan erityisesti pienkuluttajille kohdistettaviin palveluihin, jolloin suuret energiankuluttajat kuten teollisuus jää pienempään osaan. Diplomityössä keskitytään energiatehokkuuspalveluiden rooliin energiatehokkuusdirektiivin

velvoitteiden täyttymisen kannalta, mutta ei oteta kantaa palveluiden tuottamisen kustannuksiin. Energiamuodoista käsitellään sähköä ja kaukolämpöä rajaten kaukojäähdytys ja kaasuinfrastrukturi tarkastelusta. Diplomityössä ei esitellä kotiautomaatiolaitteita eikä niihin liittyvää tekniikkaa.

## **2 EU:N ENERGIAHEHOKKUUSDIREKTIIVIN VAIKUTUKSET**

Viimeisten arvioiden mukaan Euroopan Unioni on jäänyt jälkeen Euroopan Parlamentin asettamasta tavoitteesta laskea energiankulutusta 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä. Jotta EU saavuttaa tavoitteensa vuoteen 2020 mennessä, komissio on ehdottanut uusia EU:n laajuisia toimia uuden energiatehokkuusdirektiivin avulla.

Tässä luvussa esitetään Euroopan Parlamentin kaavailema uusi energiatehokkuusdirektiivi pääpiirteittäin. Euroopan parlamentti on antanut lainsäädäntöpäätöslauselman uudesta direktiivistä 11. syyskuuta 2012. Direktiivin myötä vanhemmat direktiivit 2004/8/EY ja 2006/32/EY kumotaan ja direktiivit 2009/125/EY ja 2010/30/EU muuttuvat. Luvussa esitetään myös Suomen tämän hetken sähkön ja kaukolämmön tuotanto- ja kulutus rakenne ja otetaan kantaa energiatehokkuusdirektiivin vaikutuksiin sekä energiyrityksien sähkön- ja lämmöntuotannolle että loppuasiakkaalle.

### **2.1 Energiatehokkuusdirektiivi**

Euroopan Unioni on haastavassa tilanteessa talouskriisinsä ja kasvavan ulkoisen energiariippuvuuden takia. Energiatehokkuus on merkittävä keino parantaa globaalia kilpailukykyä. Se auttaa vähentämään primäärienergian kulutusta ja energiantuontia sekä laskee kasvihuonepäästöjä ja siten hillitsee ilmastonmuutosta. Uusien innovatiivisten teknologisten ratkaisujen leviäminen kiihtyy ja energiatehokkaan teollisuuden kilpailukyky paranee, mikä edistää talouskasvua ja tuo lisää uusia työpaikkoja energia-alalla. (Euroopan Parlamentti 2012)

Vuonna 2007 maaliskuussa kokoontuneen Eurooppa-neuvoston päätelmissä korostetaan tarvetta parantaa energiatehokkuutta, jotta suunniteltu 20 prosentin säästötavoite saavutetaan energiankulutuksessa vuoteen 2020 mennessä. Kesäkuussa 2010 Eurooppa-neuvoston päätelmissä vahvistetaan energiatehokkuustavoite yhdeksi unionin yleistavoitteeksi ja marraskuussa 2010 energiatehokkuus asetetaan komission tiedotteessa keskeiselle sijalle unionin energiastrategiassa vuoteen 2020. Vuonna 2011 helmikuussa kokoontuneen Eurooppa-neuvoston päätelmissä korostetaan vuodelle 2020 asetettua 20 prosentin säästötavoitetta, joka ei näyttäisi tämän hetkisen edistymisen perusteella toteutuvan.

#### **2.1.1 Energiatehokkuustavoitteet**

Ennusteiden mukaan Euroopan primäärienergian kulutus on 1842 Mtoe vuonna 2020, kun 20 prosentin tavoitteen mukaan sen pitää olla 1474 Mtoe eli 368 Mtoe vähemmän

kuin ennuste (Euroopan Parlamentti 2012). Tämän takia tarvitaan kattavampi ja tehokkaampi energiatehokkuusdirektiivi, jotta suunniteltuun 20 prosentin säästötavoitteeseen päästään. Uusi direktiivi kattaa kokonaisvaltaisesti säästöt energian toimitus- ja loppukäyttösektoreilla.

Direktiivi kohdistetaan unionin vuodeksi 2020 asettamaan yleistavoitteeseen lisätä energiatehokkuutta 20 prosentilla ja määräajan jälkeisiin energiatehokkuuden lisäparannuksiin. Direktiivissä säädetyt vaatimukset ovat vähimmäisvaatimuksia ja mahdollistavat unionin jäsenvaltion tiukemman energiatehokkuus linjan ja toimenpiteet, jotka ovat unionin oikeuden kanssa yhteensopivia. Jos jäsenvaltion lainsäädännössä säädetään tiukemmista toimenpiteistä, on jäsenvaltion ilmoitettava oma lainsäädäntönsä komissiolle. Jäsenvaltion on asetettava ohjeellinen kansallinen energiantehokkuustavoite perustuen joko primääri- tai loppuenergian kulutukseen, primääri- tai loppuenergian säästöihin taikka energiantensiteettiin. Nämä tavoitteet on ilmoitettava komissiolle ja viimeistään kesäkuussa 2014 komissio arvioi unionin edistymisen ja mahdollisuuden saavuttaa tavoitteen joko korkeintaan 1474 Mtoe primäärienergiaa tai korkeintaan 1078 Mtoe loppuenergiaa vuonna 2020. (Euroopan Parlamentti 2012)

### **2.1.2 Energiatehokkuusvelvoitejärjestelmät**

Jokaisen jäsenvaltion on perustettava energiatehokkuusvelvoitejärjestelmä, jolla on varmistettava, että jäsenvaltio saavuttaa kumulatiivisen loppukäytön energiansäästötavoitteet joulukuussa 2020. Jäsenvaltio nimeää velvoitetuiksi osapuoliksi alueellaan toimivat energian jakelijat ja vähittäismyyntiyritykset puolueettomin ja syrjimättömin perustein ja jokaiselle ilmoitetaan edellytetty energiansäästö määrä joko energian loppukulutuksen tai primäärienergian kulutuksen mukaan. Velvoitettujen osapuolien energiansäästöjen yhteislasketun määrän on saavutettava 1,5 prosenttia vuosittain loppukäyttäjille myymästä energian määrästä aikavälillä 1.1.2014 – 31.12.2020. Verrantoarvo energiankulutukselle lasketaan kolmivuotiskauden keskiarvosta 2010 – 2012. Velvoitettujen on pyynnöstä toimitettava valtiolle enimmillään kerran vuodessa kootut tilastot loppukäyttäjistä ja tuoreet tiedot loppukäyttäjien kulutuksesta, säilyttäen yksityisten ja arkaluonteisten tietojen loukkaamattomuuden. (Euroopan Parlamentti 2012)

Jäsenvaltio voi hyödyntää energiantehokkuudessa neljää eri pykälää. Jäsenvaltioille annetaan mahdollisuus jaksottaa energiantehokkuutta painottaen suuremmat säästöt loppukaudelle, jolloin vuosina 2014 ja 2015 toteutettaisiin 1 prosentti, vuosina 2016 sekä 2017 1,25 prosenttia ja 1,5 prosenttia jakson viimeisinä vuosina. Toinen vaihtoehto jäsenvaltiolle on jättää laskennan ulkopuolelle energianmyynnin koko määrä tai osa siitä, mikä ei lukeudu näihin teollisuuden toimintoihin: kaasukombiturbiini, johon liittyy lämmön talteenotto, vastapainehöyryturbiini, väliottolauhdutusturbiini, kaasuturbiini, johon liittyy lämmön talteenotto, polttomoottori, mikroturbiinit, stirling-moottorit, polttokennot, höyrykoneet ja orgaaniset Rankine-prosessit. (Euroopan Parlamentti 2003; Euroopan Parlamentti 2012)

Kolmantena vaihtoehtona jäsenvaltio voi ottaa huomioon energiansäästöjen määrässä, energian muuntamisessa, jakelussa ja siirrossa saavutetut energiansäästöt, mukaan

lukien tehokas kaukolämpö- ja kaukojäähdytysinfrastruktuuri, jotka ovat saavutettu kehittäessä tehokasta yhteistuotantoa, kaukolämmitys- ja kaukojäähdytysinfrastruktuuria tai hukkalämmön ja uusiutuvien energialähteiden hyödyntämiseen perustuvaa lämmitystä tai jäähdytystä. Neljäntenä vaihtoehtona jäsenvaltio voi huomioida energiansäästöt, jotka ovat peräisin toteutetuista energiansäästötoimista vuoden 2008 jälkeen. Näiden energiansäästöjen vaikutus on pystyttävä mittaamaan ja todentamaan vuodelle 2020. Valituista kevennyksistä pitää ilmoittaa komissiolle ja niiden avulla saatavat kevennykset eivät saa jäädä yli 25 % tavoitteesta. (Euroopan Parlamentti 2012)

### **2.1.3 Energiakatselmukset ja energianhallintajärjestelmät**

Direktiivin (Euroopan Parlamentti 2012) mukaan loppukäyttäjien saataville on tuotava korkealaatuisia energiakatselmuksia, joita voivat tehdä yritysten omat asiantuntijat tai riippumattomat viranomaiset. Suuret yritykset, jotka käyttävät riippumattoman elimen asiaankuuluvien eurooppalaisten tai kansainvälisten standardien mukaisesti sertifioimaa energianhallintajärjestelmää tai ympäristöjärjestelmää ovat vapautettuja energiakatselmusvaatimuksesta. Jäsenvaltion on varmistettava ja tarkistettava energiakatselmuksien laatu riippumattomuuden takaamiseksi, jos yritysten omat asiantuntijat ovat tehneet energiakatselmukset.

Energiakatselmuksille otetaan käyttöön avoimet ja osapuolia syrjimättömät vähimmäisvaatimukset korkean laadun varmistamiseksi. Myös pk-yrityksiä on kannustettava teettämään energiakatselmuksia ja sen jälkeen toteuttamaan ne suositusten mukaisesti. Velvoitetut suuret yritykset joutuvat tekemään energiakatselmuksen vähintään neljän vuoden välein ja ensimmäisen energiakatselmuksen kolme vuotta direktiivin voimaantulon jälkeen. (Euroopan Parlamentti 2012)

### **2.1.4 Kulutuksen mittaaminen**

Direktiivi (Euroopan Parlamentti 2012) velvoittaa yrityksiä tarjoamaan kilpailukykyisesti hinnoitellut käyttäjäkohtaiset mittarit, jos se on teknisesti mahdollista ja taloudellisesti järkevää suhteessa mahdollisiin energiasäästöihin. Käyttäjäkohtaiset mittarit ovat sähkön, maakaasun, kaukolämmityksen, kaukojäähdytyksen ja lämpimän käyttöveden loppukuluttajille ja niiden on kuvattava tarkasti todellista energian kulutusta ja kulutuksen ajoittumista. Kilpailukykyisesti hinnoiteltu mittari on tarjottava aina, kun vanha mittari korvataan uudella sekä uudisrakentamisen ja laajamittaisen korjausrakentamisen yhteydessä. Älykkäiden mittareiden tiedonsiirron turvallisuus ja loppukäyttäjän yksityisyys on varmistettava. (Euroopan Parlamentti 2012)

Sähkön osalta loppukäyttäjän pyynnöstä mittareiden on pystyttävä mittaamaan myös loppukäyttäjän tiloista verkkoon siirretyn sähkön määrä. Jäsenvaltioiden on varmistettava, että loppukäyttäjät saavat halutessaan tiedon verkkoon siirtämästä sähkönmäärästä tai loppukäyttäjän puolesta toimiva kolmas osapuoli saa käyttöönsä tiedot siirretystä sähkönmäärästä helposti ja ymmärrettävässä muodossa. Mittareiden asennuksen yhtey-

dessä loppukuluttajalle on annettava kattava ja asianmukainen neuvonta mittareiden luennan hallinnan ja energiankulutuksen seurannan osalta. (Euroopan Parlamentti 2012)

Kuluttajille, jotka saavat lämpöä, jäähdytystä tai kuumaa vettä kaukolämpöverkosta tai useiden rakennuksien yhteisestä keskitetystä lähteestä, on asennettava lämpöenergia- tai kuumavesimittari rakennuksen lämmönvaihtimeen tai toimituspisteeseen. Jos käyttäjäkohtaisten kulutusmittareiden käyttö on teknisesti mahdollista ja kustannustehokasta, asennetaan yksikkökohtaiset kulutusmittarit viimeistään 31.12.2016 useamman asunnon rakennuksiin, joissa on keskuslämmitys tai -jäähdytys tai ne saavat lämpöä kaukolämpöverkosta tai useiden rakennuksien yhteisestä keskitetystä lähteestä. Jollei yksikkökohtaisten mittareiden asentaminen ole kustannustehokasta, käytetään käyttäjäkohtaisia lämmityskustannusten jakolaitteita mittaamaan lämmönkulutusta jokaisessa lämpöpatterissa, jollei jäsenvaltio osoita, että jakolaitteiden asentaminen ei ole kustannustehokasta. Muissa tapauksissa harkitaan muiden kustannustehokkaiden menetelmien käyttöä lämmönkulutuksen mittaamisessa. (Euroopan Parlamentti 2012)

### **2.1.5 Laskutus- ja mittaustiedot**

Jäsenvaltioiden on viimeistään 31.12.2014 varmistettava, että loppukäyttäjän laskutustiedot ovat täsmällisiä ja perustuvat todelliseen kulutukseen myös niillä, joilla ei ole älykkäitä mittareita. Laskutus toteutetaan vähintään kerran vuodessa ja laskutustiedot annetaan kuluttajalle pyynnöstä neljännesvuosittain, tai muutoin kaksi kertaa vuodessa. Vaikeissa tapauksissa loppukäyttäjien oletetaan lukevan mittarinsa säännöllisesti itse ja ilmoittavan lukemat laskuttajalle. Laskutus saa perustua arvioituun kulutukseen vain silloin, kun loppukäyttäjä ei ole ilmoittanut mittarilukemaa tietyllä laskutuskaudella. Ruuan valmistuksessa käytettyä kaasua ei tarvitse huomioida tässä vaatimuksessa. (Euroopan Parlamentti 2012)

Älykkäiden mittareiden loppukuluttajilla on oikeus saada helposti täydentäviä tietoja aiemmasta kulutuksesta. Sähkönkulutuksen kumulatiiviset tiedot ovat saatava vähintään kolmen edeltävän vuoden ajalta tai toimitussopimuksen alkamisesta lähtien. Tarkemmat kulutustiedot jokaiselta päivältä, viikolta, kuukaudelta ja vuodelta on oltava saatavissa kahden edeltävän vuoden ajalta tai toimitussopimuksen alkamisesta lähtien. (Euroopan Parlamentti 2012)

Mittaustiedot annetaan loppukuluttajan nimeämälle energiapalvelujen tarjoajan saataville ja loppukuluttajalle tarjotaan laskutustiedot ja laskut sähköisinä. Loppukuluttajan pyynnöstä heille tarjotaan ymmärrettävä selvitys laskujen muodostumisesta erityisesti silloin, jos laskut eivät perustu todelliseen kulutukseen. Laskun mukana loppukuluttajalle tarjotaan kattava selvitys senhetkisistä energiakustannuksista, edellisen vuoden kulutuksen vertailu tämän hetkiseen kulutukseen mielellään graafisessa muodossa, kuluttajajärjestöjen tai energiatoimistojen yhteystiedot ja internetsivustojen osoitteet, joilta voi saada tietoa energiatehokkuutta parantavista toimenpiteistä, energiankulutuksen vertailuprofiileista ja energiaa käyttävien laitteiden teknisistä eritelmistä. Lisäksi loppukuluttajalle annetaan kulutuksenvertailu saman käyttäjäluokan loppukäyttäjän keskimääräisen normeeratun tai vertailukäyttäjän kanssa. Kuluttajien on pystyttävä tasapuolisesti

vertailemaan sopimuksia, minkä takia energiakustannuksia koskevat tiedot ja arviot on annettava kuluttajalle pyynnöstä ajallaan ja helposti ymmärrettävässä muodossa. (Euroopan Parlamentti 2012)

Loppukäyttäjän on saatava energiakulutusta koskevat laskut, laskutustietonsa ja kulutustietonsa asianmukaisella tavalla ja maksutta. Useamman asunnon rakennusten käyttäjäkohtaisen kulutuksen mittaaminen, jakaminen ja huomioon ottaminen voidaan siirtää loppukäyttäjien maksettavaksi kohtuullisessa määrässä. (Euroopan Parlamentti 2012)

### **2.1.6 Kuluttajien tiedotus ja seuraamukset**

Jäsenvaltioissa toteutetaan yksi tai useampi seuraava toimenpide, pienet energiakäyttäjät ja kotitalousasiakkaat mukaan luettuina, tehokkaan energiankäytön edistämiseksi ja helpottamiseksi (Euroopan Parlamentti 2012):

- taloudelliset kannustimet
- rahoituksen, avustusten tai tukien saanti
- tiedotus
- esimerkkihankkeet
- toiminta työpaikoilla.

Jäsenvaltioiden on ilmoitettava komissiolle 18 kuukauden sisällä direktiivin voimaantulosta millaisia seuraamuksia velvoitetut energiatoimijat saavat säännösten noudattamatta jättämisestä. Seuraamusten pitää olla tehokkaita, oikeasuhteisia ja varoittavia. (Euroopan Parlamentti 2012)

### **2.1.7 Lämmityksen ja jäähdytyksen tehokkuuden edistäminen**

Jäsenvaltioiden on toteutettava viiden vuoden välein alkaen 31.12.2015 kattava arviointi tehokkaan yhteistuotannon ja tehokkaan kaukolämmityksen ja -jäähdytyksen hyödyntämismahdollisuuksista ja toimitettava se komissiolle. Lisäksi jäsenvaltion on tehtävä kattava kustannus-hyötyanalyysi, jossa otetaan huomioon ilmasto-olosuhteet, taloudellinen toteutettavuus ja tekninen soveltavuus. Tämän avulla helpotetaan kustannustehokkaimpien ratkaisujen löytämistä lämmitys- ja jäähdytystarpeiden täyttämiseksi. Jos arvioinnissa ja kustannus-hyötyanalyysissä todetaan mahdollisuus käyttää tehokasta yhteistuotantoa tai tehokasta kaukolämmitystä ja jäähdytystä, niin riittävät toimenpiteet on toteutettava kyseisillä laitoksilla. Jos laitokselta ei löydy mahdollisuutta hyödyntää tehokkaasti yhteistuotantoa, kaukolämmitystä tai kaukojäähdytystä, vapautetaan laitokset säädetyiltä vaatimuksilta. Poliitikkojen, paikallisella ja alueellisella tasolla, on rohkaistava energiatoimijoita tehokkaisiin yhteistuotantomenetelmiin sekä lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien käyttöön. (Euroopan Parlamentti 2012)

Jäsenvaltiot varmistavat, että laitoksilla tehdään kustannus-hyötyanalyysi 18 kuukautta direktiivin voimaantulon jälkeen suunniteltaessa uutta sähkön lauhdetuotantolaitosta, jonka kokonaislämpöteho on yli 20 MW tai olemassa olevaa sähkön lauhdetuotantolaitosta, jonka kokonaislämpöteho on yli 20 MW, uudistetaan merkittävästi tai teolli-

suuslaitoksen, kokonaislämpöteho yli 20 MW, hukkalämpöä uudistetaan merkittävästi. Suunniteltaessa uutta kaukolämmitys- ja kaukojäähdytysverkkoa tai siihen uutta energiantuotantolaitosta, jonka kokonaislämpöteho on yli 20 MW, on arvioitava mahdollisuutta käyttää lähellä sijaitsevien teollisuuslaitosten hukkalämpöä kustannus-hyötyanalyysin avulla. (Euroopan Parlamentti 2012)

Asennettaessa hiilidioksidin varastoimiseen tarkoitettuja laitteita voidaan kustannus-hyötyanalyysi jättää tekemättä. Laitokset voidaan vapauttaa kustannus-hyötyanalyysin teosta, jos ne on sijoitettu lähelle direktiivin 2009/32/EY mukaan hyväksyttyä hiilidioksidin geologista varastointipaikkaa. Ydinvoimalaitokset sekä huippukuormitusaikoina käytettävät ja varasähköä tuottavat laitokset, joiden toiminta aika on alle 1500 käyttötuntia vuodessa, voidaan vapauttaa kustannus-hyötyanalyysin tekemisestä. (Euroopan Parlamentti 2012)

### **2.1.8 Energian muuntaminen, siirto ja jakelu**

Kansallisten energia-alan sääntelyviranomaisten on otettava huomioon energiatehokkuus toteuttaessaan aikaisempia kaasu- ja sähköinfrastruktuurin toimintaa koskevia direktiivejä 2009/72/EY ja 2009/73/EY. Verkonhaltijoille on annettava kannustimia asettaa kuluttajien saataville järjestelmäpalveluja, joiden avulla energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä voidaan toteuttaa. Jäsenvaltioiden on varmistettava, että verkkosäännöt ja verkkotariffit tukevat energiatehokkuuseriaa. (Euroopan Parlamentti 2012)

Verkkotariffien on otettava huomioon kustannussäästöt, joita verkoissa on saavutettu kysyntäpuolen ja kysynnän ohjaustoimenpiteillä ja hajautetuilla tuotannolla sekä optimoimalla verkon toimintaa. Verkkosääntely ja -tariffit eivät saa olla esteenä energiatehokkaalle hyödyntämiselle, kun loppukäyttäjät siirtävät kuormitusta kulutushuipuista muille päivän ajoille. ”Verkkosääntely ja tariffit eivät saa estää verkonhaltijaa tai energian vähittäismyyntiyrityksiä asettamasta saataville järjestelmäpalveluja kysynnän ohjaustoimenpiteitä, kysynnän hallintaa ja hajautettua tuotantoa varten järjestäytyneillä sähkömarkkinoilla” (Euroopan Parlamentti 2012, s. 152.) Verkkotariffit voivat tukea loppukäyttäjien kysynnän ohjaustoimenpiteiden dynaamista hinnoittelua, jossa huomioidaan käyttöajankohdasta riippuvat tariffit, kriittisen kulutushuippujen hinnoittelu, reaaliaikainen hinnoittelu sekä kulutushuippujen leikkaaminen. Jäsenvaltioiden on varmistettava, että sellaiset siirto- ja jakelutariffit, joihin sisältyy kannustimet, jotka ovat haitallisia sähkön tuotannon, siirron, jakelun ja toimituksen kokonaistehokkuudelle, tai jotka voivat haitata kysyntäjoukon mukanaoloa markkinoiden tasapainottamisessa ja lisäpalveluiden hankinnassa, poistetaan. (Euroopan Parlamentti 2012)

Viimeistään kesäkuussa 2015 jäsenvaltioissa varmistetaan energiatehokkuus kaasu- ja sähköinfrastruktuurissa. Parantamismahdollisuuksista tehdään arviointi siirron, jakelun, kuormituksen hallinnan, toimivuuden ja energiaa tuottavien laitoksien liittämisen osalta. Konkreettiset toimenpiteet ja investoinnit parannusten toteuttamiseksi verkkoinfrastruktuurissa osoitetaan ja aikataulutetaan. (Euroopan Parlamentti 2012)

Siirtoverkonhaltijoiden ja jakeluverkonhaltijoiden, jos niiden tehtävänä on tuotantolaitosten ajojärjestyksen asettaminen, on taattava vastuualueellaan tehokkaasta yhteis-



tuotannosta saatavan sähkön siirto ja jakelu huomioiden myös lämmön jatkuva toimitaminen. Heidän on myös tarjottava tehokkaasta yhteistuotannosta saatavalle sähkölle ensisijainen tai taattu pääsy verkkoon, vaarantamatta kuitenkaan sähköjärjestelmän toimintaa. Jäsenvaltion on varmistettava, että sähköverkkoon kuuluvien laitoksien ajojärjestykselle on yksityiskohtaiset säännöt, mitkä myös julkaistaan. Kun tehokkaalle yhteistuotannolle on asetettu ensisijaisuus, voidaan jatkossa määritellä uusiutuvista energianlähteistä peräisin olevalle energialle myös ensisijaisuus ajojärjestyksessä, huomioiden kuitenkin sähköjärjestelmän toimivuus. (Euroopan Parlamentti 2012)

Siirtoverkonhaltijoiden ja jakeluverkonhaltijoiden on laadittava ja julkaistava säännöt kustannuksista ja niiden jakamisesta, jotka aiheutuvat verkkoon liittymisestä ja verkkojen vahvistamisesta sekä verkon toiminnan tehostamisesta. Heidän on annettava sähkön uudelle tuottajalle kattavat ja tarpeelliset tiedot liittämisestä aiheutuvista kustannuksista, aikataulutukset verkkoliittymän käsittelyä koskien ja viitteellinen aikataulu verkkoon liittämiseksi. ”Siirtoverkonhaltijoiden ja jakeluverkonhaltijoiden on laadittava hajautetun tehokkaan yhteistuotannon tuottajien liittämistä koskevat vakioidut ja yksinkertaistetut menettelyt näiden tuottajien verkkoon liittämisen helpottamiseksi.” (Euroopan Parlamentti 2012) Jäsenvaltioissa varmistetaan, että siirtoverkonhaltijat ja jakeluverkonhaltijat kohtelevat tasepalveluja ja lisäpalveluja koskevia vaatimuksia täyttäessään kysyntäjoustosta vastaavia tahoja, myös yhteisöryhmiä, syrjimättömästi niiden teknisten valmiuksien perusteella. (Euroopan Parlamentti 2012)

## **2.1.9 Energiapalvelut**

Jäsenvaltioissa edistetään energiapalvelumarkkinoita ja pk-yritysten pääsyä näille markkinoille jakamalla selkeää ja helposti saatavilla olevaa tietoa energiapalvelusopimuksista sekä energiatehokkuushankkeita tukevista rahoitusvälineistä, kannustimista, avustuksista ja lainoista. Jäsenvaltioiden on myös annettava kansallisen energiatehokkuus toimintasuunnitelman puitteissa laatuvarvio energiapalvelumarkkinoiden nykyisestä ja tulevasta kehityksestä. (Euroopan Parlamentti 2012)

Jäsenvaltioiden on tarvittaessa tuettava energiapalvelumarkkinoiden asianmukaista toimintaa julkistamalla yhteyspiste, josta loppukäyttäjät saavat tarvittavaa tietoa. Jäsenvaltiot tekevät myös toimenpiteet esteiden, jotka estävät energiatehokkuutta, poistamiseksi. Heidän on varmistettava, että energian jakelijat, jakeluverkonhaltijat ja energian vähittäismyyntiyritykset pidättyvät sellaisista toimista, jotka estävät energiapalvelujen ja muiden energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden kysyntää ja toteutumista. Jäsenvaltio voi myös antaa riippumattomille markkinatoimijoille mahdollisuuden edistää markkinoiden kehitystä kysyntä- ja tarjontapuolella. (Euroopan Parlamentti 2012)

### **2.1.10 Muut energiatehokkuutta edistävät toimenpiteet**

Jäsenvaltioissa pyritään poistamaan ristiriitaisia kannustimia rakennusten omistajien ja vuokralaisen välillä tai asunnon omistajien kesken. On pyrittävä varmistamaan etteivät osapuolet jätä tekemättä investointeja, jotka parantavat energiatehokkuutta, sen takia

etteivät he saa niistä täyttä yksilökohtaista hyötyä tai siksi, ettei ole olemassa sääntöjä kustannusten ja hyötyjen jakamisesta osapuolten kesken. (Euroopan Parlamentti 2012)

Jäsenvaltiossa varmistetaan, ettei yksittäisiä julkisia elimiä estetä tekemästä investointeja, joilla parannetaan energiatehokkuutta ja minimoidaan elinkaarikustannuksia. Esteiden arvioinnista ja niihin liittyvistä toimenpiteistä on ilmoitettava komissiolle ensimmäisessä kansallisessa energiatehokkuuden toimintasuunnitelmassa, jotta komissio voi omalla toiminnallaan edistää kansallisten käytäntöjen vaihtoa. (Euroopan Parlamentti 2012)

## **2.2 Vaikutukset sähköntuotantoon**

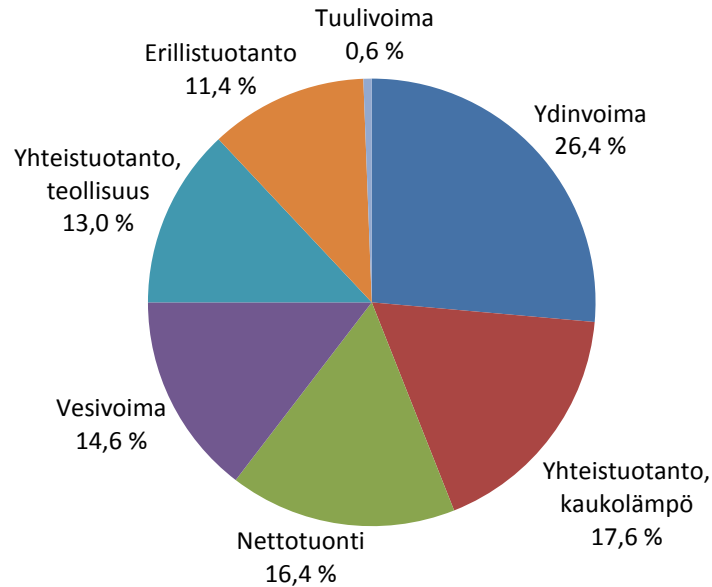
Direktiivin mukaan energiatehokkuustavoitteet ovat tavoitteellisia eivätkä pakollisia, minkä seurauksena tulkintatapojen ja valtioiden omien linjauksien mukaan määräytyvät varsinaiset toimet energiayrityksille. Komissio seuraa tavoitteiden toteutumista jäsenvaltioissa ja unionin tasolla. Direktiivin mukaan pakollisten tavoitteiden sijasta jäsenvaltio voi valita energiatehokkuustavoitteet Suomelle edullisesti energian loppukulutukseksi primäärienergian sijaan.

Direktiivin haasteellisin kohta energiayrityksiä kohtaan on 1,5 %:n vuosittaiset säästöt energian loppukulutuksessa (Energiateollisuus 2012b). Tämä tarkoittaa, että energiayrityksien asiakkaiden on vähennettävä ja tehostettava energian kulutusta runsaasti valtion tekemien linjauksien mukaan.

### **2.2.1 Sähköntuotannon rakenne**

Suomen sähköntuotanto on moneen muuhun Euroopan maahan nähden varsin hajautettua ja monipuolista, mikä lisää sähkön hankinnan varmuutta. Suomen sähköntuotannon rakenne vaihtelee vuosittain sääolosuhteiden mukaan. Runsassateisina vuosina Suomeen tuodaan runsaasti sähköä muista Pohjoismaista, jolloin oman lauhdutusvoiman käyttöaste pienenee. Kuivina vuosina lauhdutusvoiman tarve nousee huomattavasti. Myös Venäjältä tuodaan Suomeen runsaasti sähköä. Venäjän sähkömarkkinoiden avauduttua sähköntuonti Suomeen ei ollut enää vuonna 2011 niin tasaista kuin ennen, koska Venäjällä tahdotaan sähköstä mahdollisimman korkea hinta (Energiateollisuus 2012a).

Vuonna 2011 Suomi kulutti sähköä 84,4 TWh, kuten kuvassa 3.2 ilmenee (Energiateollisuus 2012a). Nettotuonti kattoi kulutuksesta 16,4 % ja sähkön ja lämmön yhteistuotanto (CHP) kattoi kulutuksesta 30,6 %.



**Kuva 2.1.** Suomen sähkön nettohankinta vuonna 2011. (Energiateollisuus)

Direktiivin velvoitteet sähköntuotannon ajojärjestyksestä kannustavat yhteistuotantoa suosivaan suuntaan nykyistä enemmän. Myös uusiutuvalla energialla tuotettu sähkö nousee ajojärjestyksessä tärkeämmäksi. Pohjoismaisen yhteisen sähköverkon takia tämä asia on kuitenkin jo huomioitu parhaalla mahdollisella tavalla. Sähkön tuotannossa käytetään runsaasti uusiutuvaa energiaa, erityisesti vesivoimaa ja yhteistuotantoa varsinkin Suomessa. Pohjoismaissa siirretään paljon sähköä maiden välillä, jota kuitenkin ajoittain rajoittaa verkon siirtokapasiteetti. Yhteistuotannon mahdollisuuksista on tehtävä kattava arviointi viiden vuoden välein alkaen 31.12.2015, minkä avulla toivotaan löytävän kustannustehokkaita tapoja lisätä yhteistuotantoa uusilla alueilla. Tämä velvoite ei kuitenkaan ole pakottava ellei löydy kohteita, joissa yhteistuotanto on helposti käytönotettavissa.

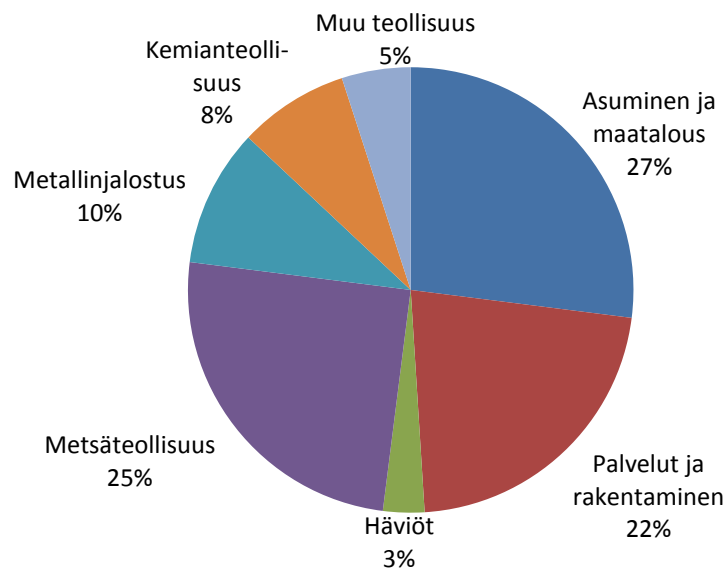
Sähkön lauhdetuotantolaitoksissa, joita uudistetaan merkittävästi tai rakennetaan kokonaan uusi lämpöteholtaan yli 20 MW lauhdetuotantolaitos, tehdään jatkossa 18 kuukautta direktiivin voimaantulon jälkeen kattava kustannushyötyanalyysi. Tämän avulla kartoitetaan uuden laitoksen hyödyllisyyttä ja mahdollisuutta käyttää lähellä olevan teollisuuden hukkathejoja uuden laitoksen sijasta. Kustannus-hyötyanalyysin avulla päästään eroon ylituotannon mahdollisuudesta sekä kustannustehokkaalla tavalla yrittämään saada hyödynnettyä mahdollisia hukkathejoja jo rakennetusta energiantuotannosta. Uusien lauhdetuotantolaitoksien hukkalämpötehoja pyritään siirtämään yhteiskunnan hyötykäyttöön ja mahdollisia lämmönsiirto kohteita yhteiskunnasta on tarkasteltava laajasti. Jos lauhdetuotantolaitoksen hyödyt ovat kustannuksia ja muita toimenpiteitä suuremmat, voidaan se rakentaa. Direktiivi asettaa myös erinäisiä helpotuksia lauhdetuotantolaitoksille.

Direktiivin mukaan uudelle hajautetulle ja tehokkaalle yhteistuotannolle on annettava helppo pääsy jakeluverkkoon. Tuotannon liittämistä verkkoon on nopeutettava yk-

sinkertaisilla menettelyillä. Tämän avulla tuotantoa pyritään hajauttamaan laajemmalle alueelle pienempiin yksiköihin.

### 2.2.2 Sähkönkulutuksen rakenne

Sähkönkulutuksen rakenne vaihtelee vuosittain taloussuhdanteiden mukaan. Teollisuus käyttää Suomessa noin puolet sähköenergiasta, johon suuresti vaikuttaa metsäteollisuudessa tapahtuvat rakenteenmuutokset ja tuotannon siirtyminen ulkomaille. Vuonna 2011 Suomen sähkön kokonaiskulutus 84,4 TWh jakautui seuraavasti: teollisuus 48 %, muu kulutus yhteensä 49 % ja häviöt 3 % (Energiateollisuus 2012a). Sähkön kulutuksen jakautuminen tarkemmin sektoreittain on esitetty kuvassa 2.2.



**Kuva 2.2.** Sähkön kokonaiskulutus 2011, 84,4TWh. (Energiateollisuus)

Energiatehokkuusdirektiivin myötä kaikkien energian jakelijoiden ja vähittäismyyntiyritysten myymän energian määrän tulee laskea 1,5 % loppukäyttäjien vuosittain kulluttamasta energiasta, mikä tulee heijastumaan sähkönkulutuksen rakenteessa. Vähennystavoitteet tulevat koskemaan kaikkia energiamuotoja kuten sähköä, lämpöä ja polttoaineita, joten on vielä epäselvää kuinka suuret toimenpiteet kohdistuvat sähkönkäyttöön. Voidaan kuitenkin arvioida, että jokaista energiamuodon loppukulutusta on vähennettävä keskimäärin 1,5 % vuosittain.

Direktiivin velvoitteet ovat laajat ja kattavat. Kesäkuuhun 2015 mennessä jäsenvaltioiden on varmistettava energiatehokkuus sähköinfrastruktuurissa. Jos ilmenee parantamismahdollisuuksia siirron, jakelun, kuormituksen hallinnan ja toimivuuden osalta, osoitetaan ja ilmoitetaan konkreettiset toimenpiteet ja investoinnit. Näiden avulla voidaan päästä energiatehokkuudessa paremmalle tasolle, kun verkon kulutus saadaan selville reaaliajassa.

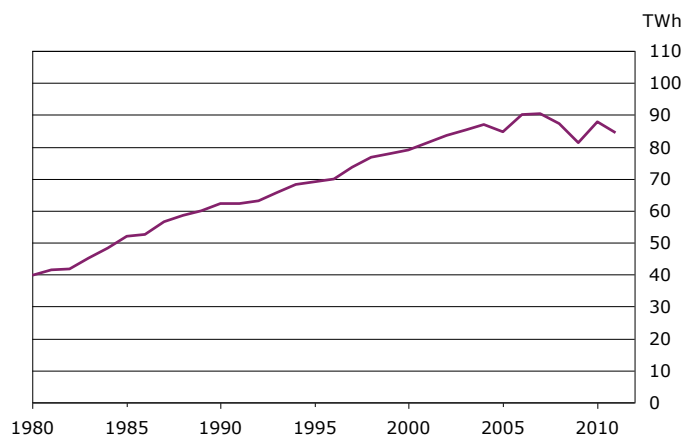
Direktiivin myötä sähkönkulutuksen mittaamiseen tulee tarkemmat linjaukset. Yritysten on tarjottava loppukäyttäjille käyttäjäkohtaiset mittarit, mitkä ovat kilpailukykyi-

siä. Käyttäjäkohtaisten mittareiden on myös pystyttävä mittaamaan loppukäyttäjän tuotaman verkkoon siirretyn sähkön määrä, jos asiakas tämän haluaa. Tämä mahdollistaa tulevaisuudessa kotitalouksissa tuotetun sähkön siirtämisen verkkoon hallitusti ja sen myötä kasvattaa hajautettua uusiutuvaa energiantuotantoa ja toisaalta muuttaa pientalojen sähkönkulutuksen rakennetta. Kulutuksen täsmällinen määrään ja ajoittumiseen perustuva laskutus on toteutettava vuoden 2014 loppuun mennessä myös niissä asunnoissa, missä ei ole etäluettavaa sähkömittaria. Sähköyhtiöiden on myös annettava loppukäyttäjille asianmukaista neuvontaa mittareiden luennan ja seurannan osalta mittareiden asennuksen yhteydessä. Sähköverkkoyhtiöille ja verkonhaltijoille on annettava kannustimia tarjota loppukäyttäjien saataville järjestelmäpalveluja, joiden avulla energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä voidaan toteuttaa.

Sähkön loppukäyttäjille on annettava mahdollisuus siirtää energiankäyttöä huippuajoilta ajankohdille, jolloin verkon kuorma on matalampi. Kuorman ohjaus ei saa nostaa kustannuksia, jolloin kulutustariffit on asetettava tämän mukaisesti. Tariffit ja verkkosäännöt eivät saa olla esteenä verkon käytön optimoinnissa ja kokonaisenergiatehokkuuden parantamisessa.

### 2.2.3 Sähkönkulutuksen vähentäminen

Energiatehokkuusdirektiivin avulla sähkön kokonaiskulutusta on alennettava. Energiateollisuuden mukaan sähkökokonaiskulutus on noussut tasaisesti 1980-luvulta kunnes vuoden 2005 jälkeen kulutus on vaihdellut vuosittain eikä ole säännöllisesti noussut edelliseen vuoteen verrattuna. Tämä on nähtävissä kuvassa 2.3. Valtion tarkemmista linjauksista ja velvoitettujen yritysten toimenpiteiden takia sähkön kokonaiskulutuksen kasvu tulee hidastumaan suurella todennäköisyydellä.



**Kuva 2.3.** Sähkökokonaiskulutus 1980–2011. (Energiateollisuus, 2012a)

Teollisuus on suuri sähkönkäyttäjä Suomessa, joten teollisuuden energiansäästökohdeet ovat merkittäviä kokonaissästöjen kannalta. Energiansäästö on saavutettavissa nykyisen laitekannan tehokkaalla käytöllä ja optimaalisella mitoituksella uusissa investoinneissa (Honkapuro 2009). Teollisuudessa tapahtuvat liian suuret leikkaukset energi-

ankulutuksessa heikentävät kuitenkin teollisuuden kilpailukykyä, jos markkinoita säädellään sähkön myynnin ja hinnoittelun kautta.

Vuoden 2007 lopussa päättyneen energiasäästösopimuskauden jatkoksi allekirjoitettiin elinkeinoelämän energiatehokkuussopimus kaudelle 2008 - 2016. Energiatuotannon toimenpideohjelma kattoi 94 % sähköntuotannosta ja 79 % lämmöntuotannosta vuonna 2010. Energiapalvelujen toimenpideohjelma kattoi vuoden 2010 lopussa sähkön jakelusta 87 %, sähkön myynnistä 87 % ja kaukolämmön myynnistä 83 %. Direktiivin velvoittamiin kolmen vuoden välein tehtäviin energiakatselmuksiin on Suomessa Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) kautta ollut haettavissa vuosina 2008 - 2010 tukea enintään 40 % tuettavasta maksimityökustannusosuudesta, jos energiayritys on liittynyt energiatehokkuussopimus kaudelle 2008 - 2016. Energiatehokkuussopimuksen allekirjoittaneilla pk-yrityksillä tuki on voinut olla 50 %. Vapaaehtoisen elinkeinoelämän energiatehokkuussopimuksen myötä Suomessa on toteutettu jo monia säästöjä ja tehostavia toimenpiteitä energiantuotannossa ja energian siirrossa, joita Euroopan parlamentin ja neuvoston uudessa direktiivissä on vasta huomioitu. (Koski et al. 2011)

Energiatehokkuusdirektiivi mahdollistaa jäsenmaiden pienentää 1,5 %:n vuositavoitetta enintään neljänneksellä. Energiatehokkuustavoitetta voidaan nostaa portaittain 1-1,5 % vuosittain ajanjaksolla 2014 - 2020. Tietty energiankäyttö voidaan rajata pois osittain tai kokonaan myydystä energiasta. Energiansiirron tehostuminen voidaan huomioida tavoitetta pienentävänä toimenä. Myös jo tehdyt tehostamistoimet vuoden 2008 jälkeen voidaan huomioida. Näistä neljästä joustomahdollisuudesta on haastava valita, mitä joustokeinoa kannattaisi hyödyntää. Ennen vuotta 2014 tapahtuneet energiansäästötoimet saattavat jäädä hyödyntämättä kokonaan, jos joustokeinona on hyödyllisempää käyttää jotain toista vaihtoehtoa. Tämä asettaa energiatehokkuuden huippumaat huonompaan kilpailuasemaan verrattuna maihin, jotka vasta suunnittelevat energiankäytön tehostamistoimia.

## 2.3 Vaikutukset kaukolämmöntuotantoon

Uuden energiatehokkuusdirektiivin myötä kaukolämmön/-jäähdityksen tuotannosta pitää tehdä kattava arviointi viiden vuoden välein 31.12.2015 alkaen. Suomessa kaukolämmöntuotantoa on hyödynnetty jo 1950-luvulta saakka ja nykyisin isoimmissa kaupungeissa kaukolämpö kattaa 90 % rakennusten lämmitysenergian tarpeesta (Fortum 2012; Energieneollisuus 2012c). Pohjoisen sijainnin ja pitkän käyttökokemuksen takia Suomi on edelläkävijä verrattuna eteläisiin EU:n jäsenvaltioihin kaukolämmöntuotantoa koskeissa arvioinneissa. Suomi on maailmanlaajuisesti lämmön ja sähkön yhteistuotannon johtava maa. Missään muussa maassa yhteistuotantosähköllä ei kateta niin suurta osuutta sähköntuotannosta kuin Suomessa (Energieneollisuus 2012f).

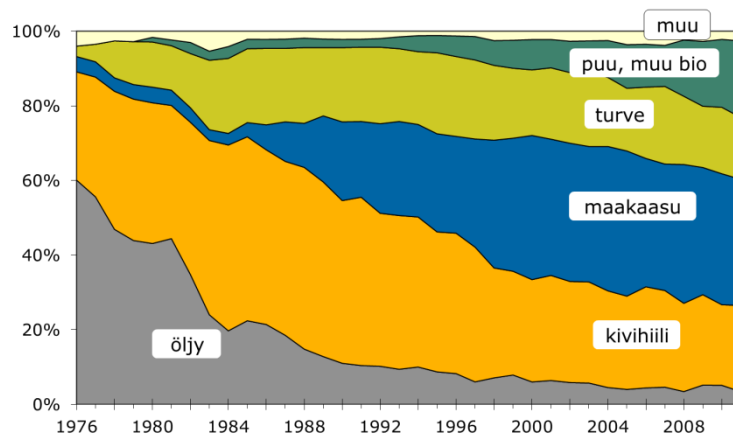
Direktiivin velvoittama yksikkökohtainen lämpöenergiamittari tai lämpöpatterikohtainen kustannusten jakolaite olisi Suomen mittakaavassa valtava investointi, koska kaukolämpö on laajasti käytössä. Voidaan kuitenkin olettaa, että tämä velvoite poistuu

Suomen osalta kustannustehottomana keinona ja lämmönkulutuksen mittaamisessa käytetään muita kustannustehokkaita tapoja.

Direktiivi kuitenkin velvoittaa Suomea kuten muitakin jäsenvaltioita tekemään kustannus-hyötyanalyysin, kun uutta kaukolämpö- tai kaukojäähdytysverkkoa suunnitellaan tai uutta yli 20 MW laitosta suunnitellaan liitettäväksi vanhaan kaukolämpöverkkoon. Kustannushyötyanalyysin avulla kaukolämpöliiketoiminta vahvistuu ja turhat uudet investoinnit karsiutuvat, jos löydetään vanhasta laitostokannasta tarvittavat lämpöenergian lähteet. Tulevat investoinnit voidaan kohdistaa tällöin vanhan verkon kunnostamiseen ja vahvistamiseen.

### 2.3.1 Kaukolämmön tuotantorakenne

Kaukolämmöntuotanto on vaihdellut vuosittain paljon. Kuvasta 2.4 huomataan muutokset kaukolämmön ja siihen liittyvän sähkön tuotannon polttoainejakauksessa. Tämän hetkinen kaukolämmön tuotantokapasiteetti on noin 22 GW, kun kaukolämpöön liittyneiden asiakkaiden huipputehontarve on enimmillään 18,1 GW. Suomen kaukolämmöntuotanto on verrannollinen osittain lämpötilaan. Lämpötila korjattuna kaukolämmön kulutus on noussut vuosittain 1970-luvulta asti muutamaa poikkeavaa vuotta lukuun ottamatta. Nykyään suurin osa kaukolämmön kannalta edullisista laajenemiskohteista on jo liitetty kaukolämpöverkkoon, joten kaukolämmön kulutus ei jatkossa kasva niin voimakkaasti kuin aikaisempina vuosikymmeninä. Kulutuksen kasvua hidastavat myös markkinoille tulevat muut kilpailevat lämmitysmuodot kuten lämpöpumput ja energiatehokkuusdirektiivin velvoitteet parantaa rakennusten energiatehokkuutta uudisrakentamisessa. Vuonna 2011 kaukolämpöä tuotettiin 33,4 TWh, mikä on 13 % vuotta 2010 vähemmän johtuen normaalia lämpimämmästä vuodesta. (Energiateollisuus 2012c; Energiateollisuus 2012d)



**Kuva 2.4.** Kaukolämpöön ja siihen liittyvän sähkön tuotantoon käytetyt polttoaineet. (Energiateollisuus 2012d)

Vuonna 2011 kaukolämmön tuotannosta 74 % tuotettiin yhteistuotannolla ja loput 26 % erillistuotannolla. Yhteistuotannon yhteydessä tuotettiin myös 14,9 TWh sähköä. Kaukolämmön tuotannossa käytettiin vain 20 % uusiutuvia energianlähteitä, jolloin lo-

put 80 % tuotettiin uusiutumattomilla energialähteillä. Uusiutuvien energialähteiden käyttö oli kuitenkin ennätyksellisen korkeaa vuonna 2011. Kuvasta 2.4 nähdään uusiutuvien energialähteiden käytön lisääntyminen ja öljyn käytön väheneminen kaukolämmöntuotannossa viimeisen yli 30 vuoden ajalla. (Energiateollisuus 2012d)

### 2.3.2 Kaukolämmön kulutusrakenne

Vuonna 2010 kaukolämpö jakautui käyttäjäryhmittäin seuraavasti: asuminen 55 %, teollisuus 10 % ja muut 35 % (Energiateollisuus 2011a). Lähes 95 % asuinkerrostaloista sekä valtaosa julkisista ja liikerakennuksista ovat kaukolämmitettyjä (Bröckl 2010). Uusi energiatehokkuusdirektiivi velvoittaa sähkönloppukulutuksen ohella myös kaukolämmönkulutusta vähenemään 1,5 % vuosittain. On kuitenkin mahdollista, että loppuenergiankulutuksen säästöt kohdistuvat eri energiamuotoihin erisuuruisin määrin. Kaukolämmön osalta säästöt realisoituvat tulevaisuudessa uudisrakentamisessa matala-energiatalojen myötä ja korjausrakentamisen yhteydessä paremmilla lämmöneristemateriaaleilla, jolloin kaukolämmön kulutus saadaan laskemaan asumisen osalta. Tämä tulee vaikuttamaan myös kulutusprofiileihin ja -rakenteeseen huomattavasti.

Kaukolämmön osuus lämmitysmarkkinoista on lähes 50 % (Energiateollisuus 2012d). Laajentumisen esteenä haja-asutusalueilla on voimalaitosten ja verkkojen investointikustannukset ja lämpöhäviöt, mitkä aiheutuvat pidentyneestä siirtomatkastasta. Suomessa kaukolämpöjakeluverkon lämpöhäviöt ovat keskimäärin 8 - 9 %. Isojen kaupunkien verkoissa lämpöhäviöt ovat 5 - 8 %, kun taas taajamien verkoissa lämpöhäviöt ovat suuremmat tyypillisesti tasolla 10 - 15 % (Energiateollisuus 2012e). Kaukolämmön energiatehokkuutta voidaan parantaa häviöitä pienentämällä. Kaukolämpöputkien lämmöneristystä voidaan parantaa kalliimmilla materiaaleilla. Tätä ei kuitenkaan ole vielä nähty kustannustehokkaana ratkaisuna. Kaukolämmön häviöitä voidaan myös laskea pudottamalla menoveden lämpötilaa ja painetta. Maksimijakelulämpötila on 115 °C ja alenema kaukolämpöverkossa on tyypillisesti 50 – 70 °C. Menoveden paine voi olla 1,5 MPa(15bar). Lämmönmyyjät takaavat 60 kPa paine-eron asiakkailleen, jotta asiakkaan laitteet toimivat. Paine-ero säädetään kuitenkin usein turhan suureksi pumpuilla, mikä aiheuttaa turhia pumppauskustannuksia ja siten energiahäviöitä. (Honkapuro 2009; Pöyry 2009)

## 2.4 Yhteistuotannon näkökulma

Energiatehokkuusdirektiivin veloitteen lisäksi yhteistuotannon lisäämistä edistäviä seikkoja ovat muun muassa päästöjen väheneminen suhteessa erillistuotannon aiheuttamiin päästöihin ja polttoaineiden energiasisällön tehokkaampi hyödyntäminen. Haasteita yhteistuotannolle ovat kalliit investoinnit, alhainen sähkön hinta sekä voimalaitoksien ja kaukolämpöverkon investointien pitkät takaisinmaksuajat. Yhteistuotannolla tuotettiin vuonna 2011 14,9 TWh sähköä ja 24,7 TWh kaukolämpöä (Energiateollisuus 2012c). Näihin lukemiin on otettu voimalaitosten tuottamat energiamäärät. Lisäksi teollisuudessa, esimerkiksi sellu- ja paperiteollisuudessa, tuotetaan merkittävä osa kulute-



tusta energiasta lämmön ja sähkön yhteistuotannolla. Vuonna 2010 kaukolämmön ja siihen liittyvän sähkön tuotannon polttoainejakauma on 34,6 % maakaasua, 21,5 % kivihiihtä, 18,3 % turvetta, 17,5 % puuta ja muuta bioenergiaa, 4,9 % öljyä ja 3,2 % muita polttoaineita (Energiateollisuus 2011b). Maantieteellisesti energialähteet painottuvat maakaasun osuudelta enemmän Etelä-Suomeen, kun taas Itä- ja Pohjois-Suomessa turpeen sekä puun ja muiden kiinteiden biomassojen osuus on suurempi (Vehviläinen 2007).

Tärkeimpiä sähkön ja lämmön yhteistuotantotekniikoita ovat nykyisin suuret ja keskikokoiset höyryturbiinivoimalaitokset sekä kaasukombiturbiinilaitokset, joissa jäte-  
lämpö johdetaan vielä höyryturbiinissa lisäsähkön tuottamiseksi. Vuonna 2005 Suomen yhteistuotannon sähkökapasiteetista noin puolet ja lämpökapasiteetista noin kaksi kolmasosaa perustui vastapainehöyryturbiiniteknologiaan. Sähköntuotannossa hyödynnetään erityisesti kaasukombiturbiineja ja lämmöntuotannossa väliottolauhdutusturbiineja (Vehviläinen 2007, Energiateollisuuden mukaan). Suurien yhteistuotantolaitoksien etuna pienempiin nähden on korkeampi hyötysuhde saadun energian ja kulutetun primäärienergian suhteen. Hajautetun tuotannon avulla saadaan toisaalta pienennettyä siirtöhäviöitä, kun sähkö ja lämpö tuotetaan lähellä kulutuspisteitä.

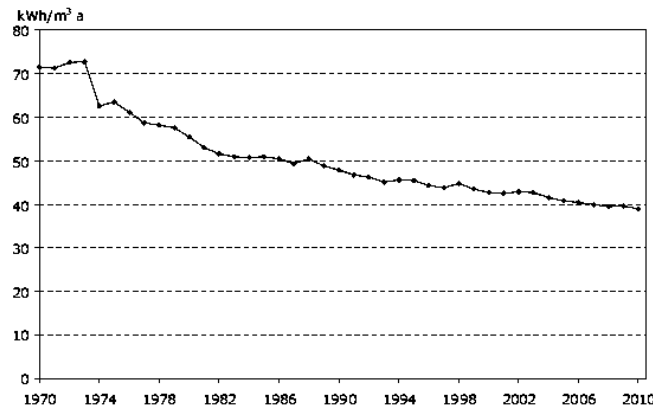
Energiateollisuuden tilastojen mukaan kaukolämmitykseen kuuluvia voimalaitoksia oli Suomessa vuoden 2010 lopussa 64 (Energiateollisuus 2011b). Tulevaisuudessa suurten kaukolämpövoimalaitosten määrän voi olettaa pysyvän ennallaan tai vähenevän, koska kaukolämmön merkittävät kulutuskohteet on jo hyödynnetty olemassa olevalla laitoskannalla. Sen sijaan pienten yhteistuotantoyksiköiden, alle 20MW, suhteellisen määrän voidaan olettaa kasvavan, koska näitä laitoksia voidaan rakentaa pienien ja keskisuurten kaupunkien ja taajamien kaukolämmön tarpeeseen (Vehviläinen 2007). Pienten yhteistuotantolaitoksien hyötysuhteen nousulla voi olla merkitystä laitoskannan kasvuun.

Yhteistuotannon tuottaman sähkön ja kaukolämmön kysyntäpotentiaaliin vaikuttaa voimakkaasti kansantalouden kehitys ja teollisuuden rakennemuutos. Tiukentuneiden rakennusmääräysten seurauksena asuntojen lämmitykseen tarvitaan jatkossa vähemmän energiaa. Ilmaston lämpeneminen ja säätilojen voimakas vaihtelu aiheuttavat myös heilahteluja kaukolämmön kulutukseen tulevaisuudessa. Esimerkiksi syyskuusta 2006 toukokuun loppuun 2007 oli 2 °C astetta lämpimämpi lämmityskausi, mikä vähensi 10,8 % kaukolämmön kulutusta verrattuna normaaliin (Vehviläinen 2007). Yhteistuotanto kohtaa tulevaisuudessa haasteen pienentyneen lämmöntarpeen ja kasvavan sähköntarpeen takia sekä toisaalta hajautetun tuotannon lisääntymisen myötä.

Energiantuotantoon kohdistuvat muutospaineet vaikuttavat yhteistuotantoon positiivisesti tai negatiivisesti riippuen käytetyistä tuotantoteknologioista ja energianlähteistä. Kuluttajien lämmitystapavalinnoilla on myös vaikutusta kaukolämmön tarpeeseen. Lämmitystapavalintoihin vaikuttavat lämmitysjärjestelmien taloudellinen kilpailukyky sekä toisaalta kuluttajien tottumukset ja mieltymykset. Suhteellisen edullinen sähkön hinta kannustaa kotitalouksia sähkölämmitykseen ja lämpöpumppujen käyttöönottoon, mikä tulee lisäämään sähkön huipputuotannon tarvetta. Lämpöpumppujen yleistyessä

omakotitaloissa tulee kaukolämmön markkinaosuus omakotitaloissa vähentymään ja yhteistuotantokaukolämmön määrä erityisesti omakotialueilla ja taajama-alueilla vähenee.

Kuvasta 2.5 nähdään kaukolämmitettyjen rakennusten ominaiskulutuksen kehitys aikaisemmilta vuosilta. Huomataan, että rakennusten ominaiskulutus on laskenut tasaisesti 1970-luvulta lähtien.



**Kuva 2.5.** Kaukolämmitettyjen rakennusten ominaiskulutuksen kehitys vuosina 1970–2010. (Energiateollisuus 2011b)

Voidaan olettaa, että rakennusten ominaiskulutukset tulevat laskemaan myös lähitulevaisuudessa, mikä aiheuttaa vastaavasti muutoksia voimalaitoksien kaukolämmön tuotannossa. Lämmöntuotannon vähenemisen seurauksena myös yhteistuotannolla tuotetun sähkön määrä vähenee. Tämän takia voimalaitoksien rakennusasteeseen olisi saatava muutoksia tai muuten voimalaitosten käyttöajat tulevat pienentymään.

## 2.5 Loppukuluttajan näkökulma

Energiansäästöä on usein helpoimmin ja edullisimmin saavutettavissa kuluttajien kulutustottumuksia muuttamalla. Uudessa energiatehokkuusdirektiivissä huomioidaan erityisen tarkasti kuluttajien neuvontatyö ja ohjeistaminen parempaan energiatehokkuuteen sekä keinot, joilla hyvät tulokset saavutetaan. Motiva Oy:n (Motiva Oy 2009) tekemän kyselytutkimuksen perusteella 68,3 % sähkönkuluttajista ei osaa sanoa asuntonsa sähkön vuosikulutusta. Tämä osoittaa kuluttajien huonoa ymmärrystä ja välinpitämättömyyttä energiankulutukseensa. Direktiivi velvoittaa jäsenvaltioita toimenpiteisiin taloudellisten kannustimien, rahoituksen, tiedotuksen tai esimerkkihankkeiden avulla. Vaihtoehtona on antaa energiatehokkuustietoa työpaikoilla ja kouluissa ja muokata kuluttajien yleisiä asenteita, jolloin uudet kulutustottumukset saattavat siirtyä myös kotiin. Motivan Oy:n (Motiva Oy 2009) kyselytutkimuksen perusteella 38,1 % kuluttajista ei ole tehnyt asunnossaan minkäänlaisia energiansäästötoimenpiteitä.

Direktiivin avulla vuokra-asuntojen energiatehokkuutta parannetaan ja estetään toiminta, jossa omistajat tai vuokralaiset omalla toiminnallaan heikentävät energiatehokkuuden parantumista. Mahdolliset kannustimet poistuvat energiatehottomilta investoinneilta.

Motiva Oy:n kyselyn perusteella 75,1 % vastanneista saa riittävästi tietoa energia-käytön tehostamisesta, mutta 56 % vastanneista ei kuitenkaan saa tarpeeksi vertailutietoa energiakäytön kohtuullisesta kulutuksesta. Kyselytutkimuksen perustella noin 68 %:n mielestä hyödyllisin tapa saada selville oman asunnon energiankulutustaso on laskun yhteydessä annettava tiedotus. Energiatehokkuusdirektiivi velvoittaa jäsenvaltioita tuottamaan loppukäyttäjille korkealaatuisia energiakatselmuksia ja laskun mukana loppukuluttajalle on tarjottava kattava selvitys energiankustannuksista, edellisen vuoden kulutuksen vertailu ja informaatiota energiansäästöön. Jaettavan informaation avulla loppukuluttaja pystyy vertaamaan kulutusta omaan aikaisempaan kulutukseen, minkä tarkoituksena on kannustaa energiansäästötoimenpiteisiin. Motiva Oy:n kyselyn perusteella parhaiten säästäväisyyttä edistää 19 %:n mielestä oma käyttöhistoria aikaisemmilta vuosilta ja lähes 30 %:n mielestä vertailutiedot samankaltaisista käyttäjistä. Direktiivin tavoitteena on täsmentää kulutuksen vertailumahdollisuuksia vertailukäyttäjän tai keskimääräisen normeeratun loppukäyttäjän kanssa.

Kyselytutkimuksen (Motiva Oy 2009) mukaan melkein puolet kuluttajista pitää sopivinta laskutustapaa kulutukseen perustuvana ja laskuerää kuukauden tai kahden kuukauden mittaisena. Direktiivin mukaan energialaskujen pitää perustua todelliseen kulutukseen. Jos laskut perustuvat arvioihin, on kuluttajille annettava selvitys laskujen muodostumisesta. Kuluttajille annetaan oikeus valita energiatehokkuuspalvelujen tarjoaja ja energiayrityksen on luovutettava helposti hyödynnettävässä muodossa olevat mittaus-tiedot.

Kyselytutkimuksen avulla raha selvitettiin suurimmaksi motiiviksi vähentää energiakulutusta (63,2 %:n mielestä raha on tärkein). Toiseksi suurin motiivi on ympäristö (48,2 %). Kuluttajista 59 % ei kuitenkaan osaa sanoa, kuinka suuren rahan säästön pitäisi olla, jotta energiatehokkuus huomioitaisiin paremmin omassa taloudessa. Tämä viittaa siihen, että energian hinnan tulisi nousta merkittävästikin ennen kuin kulutustottumuksiin oltaisiin valmiita tekemään muutoksia. Direktiivin avulla kuluttajat saavat lisää tietoa energian kulutuksesta. Motiva Oy:n kyselytutkimuksen (2009) mukaan mieleisin energianeuvonnan taho on oma energiayritys, jolta energiaa ostetaan. Energiayritykset saavat vajaa puolet äänistä, kun ulkopuolinen asiantuntija saa alle kolmanneksen kannatuksen. Yli puolet kuluttajista on tyytyväisiä tämän hetkiseen neuvontaan, mikä heijastaa haluttomuuteen maksaa asiantuntijapalveluista. Kyselytutkimukseen vastanneista kuluttajista 82,2 % ei ole halukkaita maksamaan asiantuntijapalveluista lisähintaa.

Loppukuluttajien neuvontapalveluiden toteuttaminen energiatehokkuusdirektiivin vaatimassa laajuudessa kohtaa haasteita jatkossa. Kuluttajat ovat haluttomia maksamaan neuvonnasta, mutta toisaalta energiayritykseltä vaaditaan energiatehokkuuspalveluiden tarjoamista kuluttajille. Taloudellisesti energiayrityksien on vaikea hyötyä, koska veloitteet vaativat loppukuluttajan palvelemista pääsääntöisesti maksutta. Kuluttajilla on kuitenkin jatkossa mahdollisuus valita kenen energiapalveluja käyttävät, mikä tulee heijastumaan erityisesti sähkön vähittäismyyjien tulevassa energiatehokkuuspalvelutarjonnassa.

### 3 ENERGIA TEHOKKUUSPALVELUT

Uuden energiatehokkuusdirektiivin ansiosta energiatehokkuuspalveluiden ja palveluiden tarjoaminen kuluttajille tulee korostumaan. Energiayritykset saavat velvoitteita tarjota erinäisiä palveluita asiakaskunnalleen. Tarkoituksena on, että direktiivin velvoittamat tavoitteet pystytään saavuttamaan kuluttajia ohjeistamalla ja luomalla uusia keinoja säästää energiaa ja tehostaa energian käyttöä.

Tässä luvussa tarkastellaan energiayrityksien energiatehokkuuspalveluiden nykytilaa Suomessa ja maailmalla erityisesti sähkön mutta myös kaukolämmön osalta. Lisäksi esitellään energiayrityksien tarjoamien kulutusraportointipalvelujen yleisiä ominaisuuksia ja tehdään yhteenveto tehdyistä pilottihankkeista Suomessa ja maailmalla.

#### 3.1 Energiatehokkuuspalveluiden tila Suomessa

Aikaisemmin energianeuvonta on ollut vähäistä Suomessa. Tieto on ollut monessa paikassa ja toimintaa energiatehokkuuden parantamiseksi on tehty hajanaisesti ilman yleistä koordinaatiota. Työ- ja elinkeinoministeriön toimeenpanemana toteutettiin energiatehokkuusneuvonnan tutkimus Sitran järjestämänä työpajasarjana vuonna 2009. Työpajoihin osallistuivat kaikki sen aikaiset tahot ja järjestöt, jotka jollain tapaa osallistuivat energianeuvontaan tai energianeuvonnan suunnitteluun. Sitra antoi mahdollisuuden eri järjestöille suunnitella yhdessä toimivaa kokonaisuutta energianeuvonnalle. Huomattiin, että kattavalle energianeuvonnalle tarvitaan koordinaatiokeskus, josta muut neuvovat tahot saavat keskitettyä opastusta ja voivat verkostoitua keskenään paremmin. (Kasanen 2009)

Neuvonnan kokonaisjärjestelmän tavoitteina on tehostaa energian käyttöä, lisätä uusiutuvan energian käyttöä ja antaa kuluttajille tietoa energiatehokkuudesta kaikilla alueilla kuten uudis-, korjausrakentamisessa, liikkumisessa, lämmittämisessä, sähkönkuluttamisessa sekä tavaroiden ja palveluiden hankkimisessa (Kasanen 2009). Hankkeita rahoittavat työ- ja elinkeinoministeriö ja Sitra.

Ensimmäisessä kuluttajien energianeuvonnan hankehaussa vuonna 2010 rahoitettiin 15 neuvontahanketta, joista yksi on koko energianeuvonnan koordinaatiotoiminnasta vastaava Motiva Oy. Rahaa hankkeisiin työ- ja elinkeinoministeriön sekä Sitran kautta annettiin 1,9 miljoonaa euroa (Motiva Oy 2012a). Lisäksi toisessa hankehaussa rahoitettiin vielä 10 uutta hanketta, jotka aloittivat toimintansa vuoden 2011 lopussa ja saivat rahoitusta yhteensä yli 600 000 euroa (Motiva Oy 2012a).

### 3.1.1 Julkinen sektori

Järjestetyn rahoituksen avulla Motiva Oy:stä on muodostettu koordinaatiokeskus. TEM on nimennyt Motiva Oy:n valtakunnalliseksi koordinaatiokeskukseksi energianeuvonnassa ja Motiva Oy toteuttaa energiatehokkuusneuvontaa suunnitelman mukaisesti. (Kasanen 2011) Motiva Oy:n mukaan heille valmistuu kattava neuvontaportaali, mikä tavoittaa kaikki suomalaiset tasapuolisesti, ja energianeuvonta on puolueetonta, luotettavaa ja maksutonta. Energianeuvontajärjestelmän osa-alueet ovat (Motiva 2012a):

- www-portaali
- puhelin- ja sähköpostineuvonta
- neuvontatyö kentällä
- neuvojen työkalut, koulutus ja laadunvarmistus
- viestintä ja markkinointi
- seuranta ja vaikutusten arviointi sekä
- toiminnan koordinointi ja verkottaminen.

Rahoituksen avulla saatiin myös järjestettyä energiatoimistoja ympäri Suomea. Energiatoimistot palvelevat alueen yrityksiä ja yhteisöjä energia-asioissa sekä tekevät yhteistyötä yhteisöjen ja yritysten kanssa useissa energiahankkeissa. Toimistojen tarkoituksena on edistää energiatehokkuutta ja uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Energiatoimistot kuuluvat Euroopan laajuiseen energiatoimistojen verkkoon, johon kuuluu kaikkiaan noin 380 energiatoimistoa eri puolilla Eurooppaa. Motivan kotisivujen mukaan Suomessa on seitsemän energiatoimistoa, jotka vaikuttavat Etelä-Pohjanmaan, Helsingin, Keski-Suomen, Kokkolan, Satakunnan, Tampereen ja Varsinais-Suomen alueilla. (Motiva Oy 2012b)

Thermopolis Oy on Etelä-Pohjanmaalla ja sen tavoitteena on edistää uusiutuvien energiamuotojen käyttöä, energiatehokkuutta ja kestävää kehitystä. Heidän toimintaansa kuuluvat kuluttajien, julkisyhteisöjen ja yritysten puolueeton energianeuvonta ja konsultointi. Yrityksen kotisivuilta löytyvät kattava energianeuvontapalvelu ja vinkit energiansäästöön. Kuluttajille tarjotaan tapahtumia asumisen energiatehokkuuteen, kotitalouksien laitehankintoihin ja rakennusten lämmitystapavalintoihin liittyen. Neuvontaa annetaan myös uudis- ja korjausrakentamisen energiatehokkuuteen sekä vähäpäästöiseen liikkumiseen. Alueen pk-yritysten energiatehokkuutta ja uusiutuvan energian sekä kestäväen kehitykseen liittyviä kehittämistarpeita kartoitetaan projektitöiden avulla. Lisäksi yritysten energiatehokkuutta ja ympäristöasioiden huomioon ottamista yritetään aktivoida. (Thermopolis 2012)

Helsingin alueen energiatoimiston tehtävät on annettu HKR-Rakennuttajalle, jonka kohderyhmänä ovat rakennuksien omistajat ja käyttäjät. Energiatehokkuuspalveluiden tarjonta on suppeaa ja energianhallintapalvelut rakentamiselle ja rakennuksille tarjotaan pelkästään Helsingin alueella. Toimisto suorittaa rakennuksille kulutus- ja olosuhdeseurantaa sekä energiakatselmuksia. Koulutustilaisuuksia järjestetään kouluille ja muille

käyttäjryhmille. Palvelua on mahdollista saada myös puhelimitse. (HKR-Rakennuttaja 2012)

Keski-Suomen alueen energiatoimiston tehtävät hoitaa KESTO, jonka tehtävänä on tarjota kuluttajille maksutonta energianeuvontaa. Tavoitteena on antaa kuluttajille luotettavaa ja puolueetonta tietoa energiatehokkuudesta rakentamisen ja asumisen valinnoissa. Kuluttaja tavoittaa neuvonnan puhelimitse, sähköpostitse ja toimiston kotisivujen kautta. Tämän lisäksi järjestetään erilaisia neuvonta-, koulutus- ja tiedotustapahtumia. Kuluttajien lisäksi KESTO antaa kunnille ja yrityksille neuvontaa energianhankkeissa ja energiatehokkuudessa. KESTO tekee energiantuotantoa ja -kulutusta kuvaavien energiantaseiden ylläpitoa sekä uusiutuvaan energiaan liittyviä selvitystöitä. Kunnat saavat KESTO:n kautta uusiutuvan energian kuntakatselmuksia. KESTO tarjoaa koulutusta uusiutuvasta energiasta, energiatehokkuudesta ja energiatodistuksista. Energiatodistuksia laaditaan sekä uusiin että vanhoihin rakennuksiin. (KESTO 2012)

Kokkolan seudun energiatoimistona toimii teknologiakeskus KETEK Oy. Yritys tarjoaa Kokkolan alueen kuluttajille ilmaisia energianeuvontapalveluja. Tavoitteena on, että kuluttajat pystyvät luottamaan puolueettomaan tietolähteeseen kotitalouksien energia-asioissa. KETEK laatii energiakatselmuksia julkisille sektorille ja pk-yrityksille. Energiatehokkuussuunnitelmia toteutetaan myös eri organisaatioille, jotta järjestelmällinen energianhallinta kohenee. Kuluttajat saavat energiansäästövinkkejä energiatoimiston kotisivuilta tai voivat suoraan kysyä energianeuvojalta puhelimitse, sähköpostitse tai kotisivujen palautekanavan kautta. Energianeuvoja jaetaan asumisen energiatehokkuuteen liittyvissä asioissa, kotitalouksien laitehankinnoissa, rakennusten lämmitystapavalinnoissa, rakentamisen ja energian kilpailutukseen liittyvissä asioissa. KETEK järjestää myös aurinkoenergiasta kursseja, mitkä ovat maksuttomia kuluttajille. (KETEK 2012)

Satakunnan energiatoimistona toimii Prizztech Oy, mikä fuusioitui yrityspalvelu Eneristä ja Porin Seudun Kehittämiskeskus Oy:stä huhtikuun alussa 2012. Prizztech Oy:n tavoitteena on tarjota puolueetonta ja ajanmukaista tietoa energiatehokkaasta rakentamisesta, kestokulutustavaroiden valitsemisesta ja lämmitystavan valinnasta. Neuvontaa annetaan puhelimitse, sähköpostin välityksellä sekä internet-sivujen kautta. Prizztech laskee energiataseita alueen kunnille. Kotisivujen tarjonnasta voidaan havaita, että energiatoimisto suuntautuu enemmän yritysten neuvontaan kuin kuluttajan neuvontaportaaliksi. (Prizztech 2012)

Tampereen alueen energiatoimiston tehtävää hoitavat Ekokumppanit Oy, joka vastaa myös ympäristökeskus Moreenian toiminnasta. Moreeniassa annetaan energiatehokkuus- ja ympäristöneuvontaa sekä toteutetaan kestävän kehityksen tietoisuuksia päiväkoille ja kouluille. Opetustoiminnan lisäksi järjestetään näyttelyitä. Kuluttajien on mahdollista lainata kulutusmittaria, jolla voi tarkastaa kodinkoneiden energiankulutusta. Ekokumppaneilla on oma klubi, jonka kautta yhteisöllistä neuvontaa, opastusta ja koulutusta kestävästä kehityksestä. (Ekokumppanit 2012)

Varsinais-Suomen Energiatoimisto VALONIA antaa kattavasti neuvoja kuluttajille sähkön, lämmön ja veden kulutuksesta. VALONIA on järjestänyt runsaasti kestävän kehityksen infopisteitä ympäri Varsinais-Suomea, joista kuluttajat saavat lisätietoa.

Energiatoimisto järjestää näyttelyitä muun muassa eri energialähteiden käytöstä pientalojen, vapaa-ajan asuntojen ja maatilojen lämmitykseen. Energiakustannuksia laskemalla pyritään parantamaan Varsinais-Suomen maaseudun yritysten asemaa sekä vähentämään energiankulutuksesta ja -tuotannosta aiheutuvia kasvihuonepäästöjä. VALONIA organisoii ympäristötekokilpailua, minkä avulla palkitaan yrityksiä niiden esimerkillisistä ympäristötoimista. Yrityksille suunnattuun kilpailuun voi osallistua kaikki Varsinais-Suomessa toimivat pk-yritykset. (VALONIA 2012)

### 3.1.2 Energiayritykset

Tässä luvussa käsitellään energiayritysten tuottamien palvelujen kirjoa Suomessa syksyllä 2012. Monien energiayritysten voidaan katsoa olevan siirtymävaiheessa palvelutarjonnassaan ja energiatehokkuuspalveluiden kattavuutta ja organisointitapaa punnitaan tarkasti – onko hyödyllisempää tuottaa palvelut itse vai ostaa ne muilta ulkopuolisilta toimijoilta?

Seuraavan sivun taulukkoon 3.1 liittyvät tiedot energiatehokkuuspalveluiden tarjonnasta on kerätty otoksena suurimpien yritysten kotisivuilta syksyllä 2012. Voidaan yleisellä tasolla todeta, että energiatehokkuuspalveluiden saatavuuteen ja asioiden esittämiseen kotisivuilla on jo kiinnitetty erityistä huomiota. Palveluiden tarjonnassa taulukossa 3.1 esitetään vain suoraan yritysten kotisivuilta löytyvät tai kotisivuilla ilmoitetut palvelut. Current Cost termillä viitataan taulukossa 3.1 maailmanlaajuiseen toimittajaan kotien energian seurantaan liittyvissä ratkaisuissa. Tässä tapauksessa energiayritys välittää toisen yrityksen tuotetta loppukuluttajille omien sivujensa kautta. Taulukon suluissa olevat numerot tarkoittavat: (1) Facebook, (2) Twitter, (3) maksullinen, (4) Current Cost, (5) tulossa, (6) kerran vuodessa ja (7) ei virallinen. Rasti ruudussa kertoo palvelun olevan käytössä yrityksellä.

**Taulukko 3.1.** *Energiatehokkuuspalvelujen tarjontaa Suomen energiayrityksissä.*

Energiayritys	Yritys 1	Yritys 2	Yritys 3	Yritys 4	Yritys 5	Yritys 6	Yritys 7	Yritys 8
Asiantuntija- palvelut soit- tamalla	x	x	x	x	x	x	x	x
Asiantuntija- palvelut säh- köpostilla/ yhteydenotto- lomakkeella	x	x	x	x	x		x	x
Asiantuntija- palvelut sosi- aalisessa me- diassa			x (1)	x (2)				x (1)
Asiantuntija- palvelut koti- käynnillä				x (3)				
Koulutusta energiatehok- kuudesta	x			x				
Opastusta energian sääs- töön	x	x	x	x	x		x	x
Asiakaslehti	x	x		x	x			x
Kulutusmitta- rin lainaus	x	x	x	x	x			x
Kotinäyttö kulutuksesta		x						x (4)
Raportointi- palvelu kulu- tuksesta tun- nin tarkkuu- della	x (5)	x	x (3)	x	x (5)	x	x	x
Laskun yh- teydessä kulu- tustiedot ja vertailu	x (6)	x (6)	x (6)	x (6)	x (6)	x (6)	x (6)	x (6)
Kiinteistön energiatodis- tus				x				x
Energiakat- selmukset				x (7)				

Yrityksien kotisivuilta ei löytynyt suoranaisia motivointikeinoja energiatehokkuuden saavuttamiseen ja kulutuksen vähentämiseen, kun jätetään huomiotta rahansäästö suhteessa vähentyneeseen kulutukseen. Energiayritysten kotisivuille on kuitenkin lisätty kannustimia siirtä tarkastelemaan energiankulutusta internetpalveluiden ja erilaisten



kilpailujen kautta. Palkintoina saattaa olla eri toimijoiden bonusjärjestelmiin liittyvät etuudet. Osalla energiayrityksistä on tarjolla myös omien yhteistyökumppaneiden rahanmarvoisia etuja ja kuponkeja, joilla houkutellaan lisää asiakaskuntaa. Näillä palkinnoilla, kupongeilla tai eduilla ei kuitenkaan tavoitella suoraan säästöjä energiankulutuksessa tai kulutuksen tehostamisessa, vaan hyödyt painottuvat asiakaskunnan kasvuun ja vanhan asiakaskunnan säilyttämiseen.

Taulukon 3.1 energiayrityksistä lähes kaikki antavat asiantuntijapalveluita asiakkaalle puhelimitse ja internetin välityksellä. Sosiaalisen median käyttö on myös huomioitu lisääntyvässä määrin. Yksi yrityksistä tarjoaa poikkeuksena muihin asiantuntijan kotikäyntiä maksullisena, jolloin palveluiden helppous ja kuluttajaystävällisyys on huomioitu erittäin hyvin. Moni yrityksistä julkaisee asiakaslehtiä, joista saa ajan tasalla olevaa tietoa helposti. Yritysten kotisivuilla annetaan neuvoja ja vinkkejä energiansäätöön peruspalveluna. Jotkut yrityksistä ovat ottaneet myös koulutuspalvelut omaan energiatehokkuuspalvelutarjontaansa.

Suurin osa taulukon 3.1 energiayrityksistä tarjoaa kuluttajille kulutusmittarin lainaan maksutta. Tämän avulla kuluttajat voivat tarkastella yksittäisten kotitalouskoneiden ja elektroniikkalaitteiden sähkönkulutusta. Energiatehokkuusdirektiivin velvoittamat raportointitoimet on otettu huomioon raportointipalveluiden ja -ohjelmien avulla. Kaikille taulukon 3.1 yrityksillä on tulossa tai jo käytössä raportointityökalu kuluttajille. Kaksi yrityksistä kauppa näyttöllistä kulutusmittaria. Näytön avulla kuluttaja saa tiedot asuntonsa energiankulutuksesta reaaliajassa ja voi toimia vähentääkseen kodin energiankulutusta sekä tarkastella eri laitteiden kuluttamaa energiaa.

Jotkut yrityksistä tarjoavat avaimet käteen ratkaisuja hajautettuun energian tuotantoon kotitalouksissa. Yksi taulukon 3.1 yrityksistä tarjoaa aurinkopaneelijärjestelmiä kotitalouksille ja on valmis ostamaan verkkoonsa ylimääräisen tuotetun energian, kun toinen tarjoaa aurinkokeräinjärjestelmiä tukemaan pelletti-, puu-, hake-, sähkö- ja maalämpö lämmitysjärjestelmiä. Osa yrityksistä ohjaa kotisivuillaan kuluttajaa eri lämpöpumppuvalmistajien kotisivuille ja jakaa tietoa lämpöpumpuista, kun taas osa yrityksistä myy lämpöpumppuja suoraan kuluttajille ja takaa ammattitaitoisen asennuksen.

Muutama energiayrityksistä tarjoaa kiinteistöjen energiatodistusta omana palvelunaan, kun taas osa energiayrityksistä ohjaa asiakkaan kyseisen palvelun tarjoavan ulkopuolisen yrityksen kotisivuille. Moni energiayrityksistä kertoo, mistä energiatodistuksessa on kyse ja milloin sitä tarvitaan. Energiayritykset järjestävät neuvontaa ja palvelua energiatodistuksen saamiseksi, mutta eivät tarjoa sitä omana tuotteena. Virallisia energiakatselmuksia taulukon 3.1 yrityksissä ei vielä toteuteta kotisivujen tietojen mukaan. Yksi yrityksistä kuitenkin tarjoaa mahdollisuuden yksityisille asiakkaille tehdä energiakatselmus omasta asunnosta, millä on tarkoitus testata asunnon energiatehokkuutta. Oman energiakatselmuksen painoarvo on kiinnittää asukkaan huomio olennaisiin asioihin ja välttää täten turhaa energiankäyttöä. Katselmuksen avulla asukas voi saada kattavan kuvan kokonaisenergiankäytöstään ja mahdollisista toimenpiteistä parantaa energiatehokkuutta.

### 3.1.3 Yksityinen sektori

Tässä luvussa kartoitetaan yksityisten yritysten tarjoamia palveluita ja neuvontapalveluiden tilaa energiatehokkuudesta Suomessa syksyllä 2012. Palveluiden tarjonta on laajaa ja pääasiassa alalla toimivat yritykset tarjoavat omaa osaamistaan asiantuntijapalveluina sekä erilaisia energiansäästötyökaluja, joiden avulla potentiaaliset asiakkaat voivat savuttaa myös itse taloudellista hyötyä.

Energiatehokkuusneuvontaa tarjotaan nykyään monen yrityksen toimesta konsultointipalveluna myös energia-alalla toimiville yrityksille. Suomessa on lukuisia pieniä yrityksiä, jotka tarjoavat rakennusalan tai sähköteknisen alan konsultointia. Suurille kiinteistöille ja julkisille rakennuksille kuten kouluille, oppilaitoksille, sairaaloille ja toimistotiloille on jo pidemmän aikaan toimitettu eri yritysten kiinteistöautomaatio-ratkaisuja. Nykyään myös kotitalouksille suunnattuja kiinteistö- ja kotiautomaatio ratkaisuja toteutetaan kasvavassa määrin. Älykaskoti-ratkaisuja toteutetaan avaimet käteen periaatteella valmiina ratkaisuina tai räätälöitynä kuluttajan tarpeisiin, jolloin kuluttaja voi seurata omaa energiankulutusta ja omalla toiminnalla tai automaattisesti ohjata kulu-tustaan tai säästöjen määrää haluamallaan tavalla.

Motivan esittämiä ja työ- ja elinkeinoministeriön tukemia energiakatselmuksia tehdään monissa konsultointiyrityksissä. Energiakatselmusten tavoitteina on selvittää katselmuskohteiden kokonaisenergian käyttö, energiansäästöpotentiaali ja esittää mahdolliset säästötoimenpiteet ja niiden kannattavuuslaskelmat. Osa yrityksistä toteuttaa pienille palvelurakennuksille energiakatselmuksia, kun osalla yrityksistä on pätevyys tehdä uusiutuvan energian kuntakatselmuksia työ- ja elinkeinoministeriön ja Motivan määrittelemien käytäntöjen mukaisesti. Konsultointiyrityksillä on usein myös palveluinaan erilaiset energiaselvitykset ja kiinteistöjen energiatodistukset. Kuluttajille annetaan mahdollisuus tehdä oma energiatodistus helposti konsultoinnin avulla ja erilaisista energi-mittauksista voidaan työstää havainnolliset selvitykset toimenpide-ehdotuksineen.

Palveluiden avulla asiakkaat voivat tarkistuttaa saamiensa energialaskujen oikeellisuuden ja teettää kaukolämmön perusmaksuselvityksen. Tällöin asiakas saa puolueet-toman tiedon laskutuksen oikeellisuudesta. Konsultointia energianhankintaan ja energi-an oston kilpailutusta on mahdollista saada usealta eri konsultointiyritykseltä.

Puolueettomia lämmitysmuotojen vertailuja on mahdollista toteuttaa asiakkaan va-litsemien lämmitysmuotojen kesken. Lopputuloksena asiakas saa selkeän ja puolueet-toman raportin, mikä auttaa investointien päätöksenteossa. Erilaisia asiakaskohtaisesti räätälöityjä lämpöpumppuratkaisuja on tarjolla kotitalouksille, joiden avulla asiakkaat voivat optimoida lämmitys- ja jäähdytysenergian kulutustaan.

Energiayritysten on mahdollista saada energian ja veden kulutuksen mittaus- ja etä-luentaratkaisut sekä web-raportointi omaan mittauskantaan integroituna tai koko mittau-sratkaisu ulkoistettuna palveluna. Raportointipalveluiden avulla voidaan hoitaa kus-tannusraportointi sekä välitettyä tiedot kulutuksesta tuntitasolla.

Kiinteistöjen huoneistokohtaiset mittaukset saadaan hankittua myös palveluna, jol-loin palvelu kattaa käyttäjäkohtaisen laskutuksen ja raportoinnin. Hälytyspalvelu ja

kohdennettu kulutusmittaus minimoi energiankustannuksia kiinteistön koko elinkaaren ajalta, jos kuluttaja osaa hyödyntää palvelun tarjoamia mahdollisuuksia. Yritys- ja asiakaskohtaisilla alamittareilla varustetut liikekiinteistöt ja ostoskeskukset voivat ostaa kulutusraportointi- ja laskunjakopalveluita.

Energiayritykset voivat ostaa päästöoikeusmarkkinapalvelut, jolloin oman yritystoiminnan voi kohdistaa omaan ydinliiketoimintaan. Konsultointi yritykset tekevät voimallaitoksille analyysjä ja mittauksia, jotka parantavat tehokkuutta ja säästävät ympäristöä. Yksi suurista energiyrityksistä on liittynyt myös konsultointipalveluja tarjoavien yritysten joukkoon tarjoamalla omaa osaamistaan ja työvälineitä toisille energiyrityksille energiatehokkuuden edistämiseksi. Osa yrityksistä tarjoaa kokonaisratkaisuja energianhallinnan toteuttamiseen kiinteistöjen ja tuotantolaitosten omistajille.

Useat yritykset tarjoavat koulutusta energia-alan tekniikasta. Koulutus suunnataan usein kuitenkin pelkästään omalle henkilökunnalle, asiakkaille tai muille sidosryhmille. Energiayrityksien on mahdollista ostaa muun muassa sähkötohtori-ohjelma palveluna. Sähkötohtorin avulla yritykset voivat lisätä omaa palvelutarjontaa kuluttajien sähkönkulutuksen laskemisen osalta. Kuluttajille myydään myös maksullisia kirjoja, lehtiä ja op-paita energiatehokkuudesta kotitalouksissa.

Teollisuudessa ja suurissa rakennuksissa on ollut käytössä energian hallintajärjestelmiä jo pitkään ja alalla toimii monia palveluyrityksiä. Nykyään energianhallintaratkaisuja voidaan toteuttaa myös omakoti-, rivi- ja kerrostaloasunnoissa kohtuullisin kustannuksin. Kotitalouksien kiinteistöautomaation lisääntyessä kuluttajien palvelujen määrän voidaan olettaa kasvavan. Älykodeissa helppokäyttöisen kotiautomaatiojärjestelmän avulla parannetaan ja voidaan jopa automatisoida kuluttajien energiansäästö ja minimoida energiakustannuksia. Kotiautomaatioon on mahdollista kytkeä eri järjestelmiä kuten lämmitys, ilmanvaihto sähkönkulutuksen seuranta ja ohjata järjestelmiä kotona tai kaukokäyttöisesti internetin välityksellä. Tiedonkeruu energianhallintajärjestelmässä tapahtuu usein käyttämällä Ethernet, WLAN, 3G, Z-Wave tai M-Bus kommunikaatiomenetelmiä. Älykkäiden järjestelmien avulla kodit voivat toimia lämmön ja sähkön energianvarastoina, jolloin sähköverkon ja kaukolämmön hallintaan tulee uusia ulottuvuuksia.

Kiinteistönomistajien kiinnostus ja tiedolliset taidot heijastuvat usein valintoihin erilaisten palveluiden käyttöönotossa, mutta asunto-osakeyhtiössä taas osakkaat yhteisesti päättävät erilaisten palveluiden käyttöönottamisesta, mikä saattaa olla esteenä uusien tekniikoiden yleistymiselle. Yleisesti voidaan todeta, että rakennuskannan automaatio- ja laatutasoa tulee parantaa ja energiankulutusta vähentää, jotta loppukuluttajille annetaan nykyteknologian apuvälineet ja mahdollisuudet toimia ilmastonmuutoksen hillinnässä.

### **3.2 Katsaus energiatehokkuuspalveluihin maailmalla**

Luvussa selvitetään energiatehokkuuspalveluiden tarjontaa maailmalla. Selvityksen taustalähteenä on käytetty Accenturen tutkimusta energiatehokkuuspalveluiden nykyti-

lasta ja toteuttamisesta, Sitran selvitystä energianneuvonnasta eräissä Euroopan maissa ja suurien kansainvälisten energiayritysten kotisivuja.

Kuten Suomessa myös maailmalla energiantuottajat törmäävät nopeasti kehittyviin markkinoihin ja jatkuvaan muutokseen. Suomi on energiatehokkuuspalveluiden tarjonnassa huippumaita. Suomessa on kehitetty sekä energianmittausta että monipuolista palvelutarjontaa. Smart technology on nousemassa myös monessa valtiossa esiin maailmalla. Kuluttajat ovat saaneet sosiaalisen median, web-pohjaisten ohjelmien ja älypuhelimien kautta paljon uusia energianhallintamenetelmiä oman energian kulutuksen hallintaan. Kansalaiset tulevat olemaan ehkä suurin voimavara ja tekijä valtioiden velvoittamien lakien ohella, mikä ohjaa energiatehokkuuspalveluiden kehittymistä eri maissa.

### **3.2.1 Kuluttajien käyttäytyminen**

Accenture teki useamman vuoden kestävä tutkimusohjelman energiayrityksille, jonka avulla energiayritykset saavat ymmärrystä ja taustatietoa kuluttajien asenteista, käyttäytymisestä ja mieltymyksistä energiatehokkuudesta, omasta energianhallinnasta sekä lisäarvoja tuovista tuotteista ja palveluodotuksista (Accenture 2012). Tutkimukseen on otettu mukaan maita jokaisesta maanosasta Etelämannerta lukuun ottamatta. Tutkimuskysely tavoitti lähes 30 000 kuluttajaa maailmanlaajuisesti, jonka avulla tutkimukseen osallistuneista maista saatiin tilastollisesti edustava otanta koko väestöstä tai kaupunkiväestöstä. Osallistuvia maita oli kaikkiaan 19: Australia, Belgia, Brasilia, Kanada, Yhdysvallat, Kiina, Japani, Etelä-Korea, Singapore, Etelä-Afrikka, Saksa, Italia, Alankomaat, Iso-Britannia, Ranska, Espanja, Tanska, Norja ja Ruotsi.

Tutkimus jakautui kolmeen osaan, jossa ensimmäisessä vaiheessa kerättiin taustaineistoa kuluttajien yleisestä asenteesta energian käytön tehostamisesta sekä tietoa kuluttajien energiatietoisuudesta ja halukkuudesta ryhtyä energiatehokkaisiin toimiin. Toisessa vaiheessa selvitettiin kuluttajien mielipide ja painotukset koskien mittauspalveluita ja mittaukseen liittyviä oheistuotteita. Viimeinen vaihe keskittyi luomaan uutta ja ideoimaan käytännönläheisiä palveluita energiantarjoajille. Moniulotteinen lähestymistapa pyrki saamaan energiayritykset miettimään energiankulutusprosessia ja siihen liittyvää toimintaa uudestaan. (Accenture 2012)

Tutkimukseen osallistuneet kuluttajat vastasivat erilaisiin kysymyksiin energiankulutuksesta. Kun kysyttiin sähköyhtiöiden tarjoamia tuotteita ja palveluita kuten energiansäästöön tarkoitettuja kotitaloustuotteita, kodin energialaitteita (muun muassa termos- taatteja, takkoja, vedenlämmittimiä, ilmastointilaitteita ja aurinkopaneeleja), koulutusta sekä konsultointia energian säästämiseen, energianhallintajärjestelmiä, kotiautomaatiolaitteita sekä maalämpöön ja tuulienergiaan liittyviä mahdollisuuksia, niin kuluttajista 49 % vastasi, ettei saa energiayritykseltä sähkön lisäksi mitään tietoa edellä mainituista asioista (Accenture 2012). Kuluttajilla on kuitenkin runsaasti halukkuutta saada lisää tuotteita ja palveluita energiayrityksiltä. Energiansäästöön suunniteltuihin kotitaloustuotteisiin osoitti kiinnostusta 57 % kyselyyn osallistuneista. Yhtä suuri määrä kyselyyn osallistuneista kuluttajista on kiinnostunut kotitalouskokoluokan energiantuotantolait-

teista. Yli puolet kyselyyn vastanneista kuluttajista osoittivat kiinnostusta energiansäästökonsultointiin ja -opastukseen sekä kotiautomaatioon. Energiayrityksen tarjoamista kodin energialaitteista kiinnostuneita on lähes puolet kyselyyn osallistuneista. (Accenture 2012) Tämä osoittaa ihmisten olevan kiinnostuneita energiatehokkuuden lisäämisestä ympäri maailman. Lisäksi kuluttajien tyytyväisyys energiayritystä kohtaan kasvoi, mitä enemmän energiayrityksellä oli tarjota palvelutarjontaa kuluttajille. Toisaalta tyytyväisyys laski sen mukaan, mitä enemmän joutui olemaan tekemisissä energiayrityksen kanssa. (Accenture 2012)

Kyselyn avulla selvitettiin kuluttajien halukkuutta maksaa lisäpalveluista. Yli puolet kuluttajista asenoi lisäpalveluihin henkilökohtaiset energiakulutusraportit ja työkalut, joilla hallita omaa energiankulutusta paremmin. Myös uusiutuvista energianlähteistä koostuvat sähkösopimukset kuuluivat lisäpalveluihin 53 %:n mielestä. Kotitalouskoko-  
luokan energiatuotantolaitteet kuuluivat lisäpalveluihin 41 %:n mielestä. Lähes kolman-  
nes vastanneista halusi lisäpalveluna kotiautomaatiojärjestelmiä ja neuvontaa kodin energiankulutuksesta. Kysyttäessä kuluttajien halukkuutta maksaa lisäpalveluista, vain 5 % vastaajista voisi maksaa lisäpalveluista varmuudella ja 26 % voisivat maksaa lisäpalveluista todennäköisesti. (Accenture 2012)

Lisäpalveluiden ostamishalukkuus vaihtelee kuitenkin suuresti eri maiden välillä. Yleisesti ottaen niissä maissa, joissa on jo palveluja olemassa, ollaan haluttomampia maksamaan lisäpalveluista kuin taas niissä, missä energiatehokkuuspalveluita ei vielä ole olemassa tai markkinat ovat alkuvaiheessa. Kiinassa kaikkiaan 69 % ilmoittavat maksavansa varmasti tai todennäköisesti lisäpalveluista. Samoin Brasiliassa (61 %), Etelä-Afrikassa (58 %) ja Etelä-Koreassa (51 %) yli puolet kuluttajista on valmiita maksamaan varmasti tai suurella todennäköisyydellä lisäpalveluista. Toisaalta Ruotsin, Belgian ja Alankomaiden kuluttajista vain 17 % saattaisi maksaa lisäpalveluista. (Accenture 2012)

Kun kuluttajilta kysyttiin suoraan halua luopua joistain energiapalveluista saadakseen sähköä halvemmalla, tuloksena kolme neljästä osoitti kiinnostusta. Maakohtaisesti kehittyvillä markkinoilla prosentuaalinen osuus on vielä suurempi. Kiinassa ja Etelä-Koreassa yli 90 % kuluttajista on kiinnostuneita energiahintansa alentamisesta vähentämällä palvelutarjontaan. Alankomaissa joka toinen kuluttaja oli kiinnostunut energianhinnan pudotuksesta. Neljä eniten kannatusta saanutta keinoa energian hinnan alen-  
tumiseen olivat paperilaskun muuttuminen pelkästään sähköiseksi, automaattinen laskutus pankkitililtä, puhelinneuvonnan rajoittaminen ja online-neuvontapalvelun muuttu-  
minen maksulliseksi. Energian hinnalla on todella suuri merkitys tulevaisuuden energiatehokkuuspalveluissa, sillä 89 % kuluttajista on motivoituneita vaihtamaan energiayritystä halvemman sähkön vuoksi. Toisaalta taas 60 % kuluttajista on halukkaita pysymään energiayrityksen asiakkaana jonkin uskollisuuspalkinto-ohjelman avulla. (Accenture 2012)

Selvityksen mukaan palveluita halutaan kasvavassa määrin sähköisten palveluiden muodossa. Sähköposti, nettiportaalit, sosiaalinen media, älypuhelimien ladattavat ohjelmat, kirje ja tekstiviestit hallitsevat kuluttajien mieltymyksiä palveluiden välityskeinoi-

na. Vain ongelmien ratkaisuun laskutuksessa tai muissa ongelmatilanteissa henkilökoh-  
taista palvelua pidetään tärkeämpänä kuluttajien mielestä. Noin kolmannes kuluttajista  
pystyy kuvittelemaan käyttävänsä tai käyttävät sosiaalista mediaa (Twitter, Facebook)  
keskustellakseen energia-asioista toistensa tai energiayrityksen kanssa. Nuorilla kulutta-  
jilla sosiaalisen median hyödyntämisaste voi olla yli 50 %, kun taas vanhemmilla kulut-  
tajilla sosiaalisen median hyödyntäminen on vain 14 %:n tasolla. Kehittyvien talouksien  
kuluttajien osalta huomattavan suuri osa eli lähes 70 % voi käyttää sosiaalista mediaa  
kommunikoidakseen energia-asioista energiayrityksen kanssa. (Accenture 2012)

Accenturen tutkimuksen mukaan tärkeimmäksi asiaksi sähkönkulutuksen hallinnas-  
sa valikoitui sähkösopimuksen muuntelu omiin tarpeisiin ja käyttöön (92 % kuluttajis-  
ta). Toiseksi tärkein oli elämän helpottuminen sähkönkulutuksen hallinnan avulla (90 %  
kuluttajista) ja kolmanneksi tärkein näkökanta oli palveluiden käytön helppous (89 %  
kuluttajista). (Accenture 2012)

Tutkimuksesta heijastuu vahvasti kuluttajien halu saada enemmän ja monipuolisem-  
pia palveluita energiayrityksiltä. Toisaalta kustannukset kuitenkin painottuvat kuluttaji-  
en asenteissa, minkä takia palveluista ollaan valmiita tinkimään halvemmän sähkösopi-  
muksen takia. Tämän vuoksi energiayrityksien tarjoamien palveluiden pitäisi olla ilmai-  
sia, jotta kuluttajat hyödyntäisivät ne suuressa mittakaavassa.

### **3.2.2 Kuluttajien energianeuvonta eräissä Euroopan maissa**

Sitran selvityksen (Mikkonen et al. 2009) mukaan kuluttajille järjestetään ener-  
gianeuvontaan ministeriön tai keskusviraston johtamana Iso-Britanniassa, Italiassa, Nor-  
jassa, Ranskassa, Sveitsissä, Alankomaissa, Ruotsissa, Saksassa ja Irlannissa. Näissä  
valtioissa energianeuvonta on ollut käytössä laajamittaisesti jo pidemmän aikaa ja näistä  
maista on tietoa saatavilla kattavasti (Mikkonen et al. 2009).

Taulukossa 3.2 on esitetty tietoja yhdeksän Euroopan maan energianeuvontapalve-  
luista muun muassa organisoinnista, resursseista, rahoituksesta sekä palveluvalikoimas-  
ta. Palvelun tarjonta on kohdennettu erityisesti kuluttajille, kotitalouksille ja kouluille.

**Taulukko 3.2.** *Energianeuvontaa eräissä Euroopan maissa. (muokattu lähteestä Mikkonen et al. 2009)*

Toimijat <b>Maa</b>	Palvelukohteet	Palvelut ja hinta	Resurssit ja rahoitus
Energy Saving Trust <b>Iso-Britannia</b>	-kotitalouksien sähkönkäyttö -korjausrakentaminen -liikenne -jätteet -uusiutuvat energiamuodot	-laaja WWW-palvelu -maksuton puhelinneuvonta -maksullisia kotikäyntejä	-21 energianeuvontakeskusta -Energia- ja ilmastomuutosministeriö
ENEA <b>Italia</b>	-kotitalouksien sähkönkäyttö -energiatieteellinen teknologia -liikenne -uusiutuvat energiamuodot	-WWW-palvelu -maksuton puhelinneuvonta	-13 energia- ja innovaationeuvontakeskusta -taloudellisen kehityksen ministeriö, ympäristöministeriö
ENOVA <b>Norja</b>	-kotitalouksien sähkönkäyttö -korjausrakentaminen -uusiutuvat energiamuodot	-laaja WWW-palvelu -maksuton puhelinneuvonta	-puhelinneuvonta ostopalveluna -energiarahasto
ADEME <b>Ranska</b>	-kotitalouksien sähkönkäyttö -sähkönhankinta -korjausrakentaminen -uusiutuvat energiamuodot -liikenne -jätteet	-laaja WWW-palvelu -maksuton puhelinneuvonta -henkilökohtaista neuvontaa energiatietokeskuksissa	-200 energiatiotokeskusta -26 alueyksikköä -Ekologia, energia- ja kestäväkehityksen ministeriöt
SwissEnergy <b>Sveitsi</b>	-kotitalouksien sähkönkäyttö -sähkönhankinta -liikenne	-laaja WWW-palvelu -maksuton puhelinneuvonta -henkilökohtaista neuvontaa energiapalvelukeskuksissa	-27 energiapalvelukeskusta -Energiaministeriö -Kantonien ympäristöministeriöt
Milieu Centraal <b>Alankomaat</b>	-kotitalouksien sähkönkäyttö -sähkönhankinta -liikenne -jätteet	-laaja www-palvelu -maksullinen puhelinneuvonta	-Asunto- ja ympäristöministeriö
Energimyndigheten <b>Ruotsi</b>	-kotitalouksien sähkönkäyttö -sähkönhankinta -rakentaminen -korjausrakentaminen -uusiutuvat energianmuodot -liikenne -ilmasto	-laaja WWW-palvelu -maksuton puhelinneuvonta -henkilökohtaista neuvontaa energiapalvelukeskuksissa	-Ilmasto- ja energianeuvontaverkosto 290 kunnassa
dena <b>Saksa</b>	-kotitalouksien sähkönkäyttö -sähkönhankinta -rakentaminen -korjausrakentaminen -uusiutuvat energianmuodot -liikenne	-laaja WWW-palvelu -maksuton puhelinneuvonta -henkilökohtaista neuvontaa -energiapalvelukeskuksissa maksullista/tuettua kotineuvontaa	-38 kuluttajapalvelukeskusta -yli 200 neuvontakeskusta -yli 500 neuvontatoimistoa -Talous- ja teknologiaministeriö

Sustainable Energy Ireland <b>Irlanti</b>	-kotitalouksien sähkönkäyttö -sähkönhankinta -rakentaminen -korjausrakentaminen -uusiutuvat energianmuodot -liikenne -kestävä kehitys, ympäristö -jätteet	-laaja WWW-palvelu -maksullinen puhelinneuvonta -henkilökohtaista neuvontaa erityisryhmille	-SEI:n asiantuntijat palvelevat -National Development Plan 2007-2013
---	--	---	---

Eri maiden käytettävissä olevat resurssit vaihtelevat paljon. Neuvontaverkoston laajuudessa on huomattavia eroja maiden välillä. Palvelut kohdistuvat kotitalouksien sähkönkäyttöön ja -hankintaan, korjausrakentamiseen, uusiutuviin energiamuotoihin, liikenteeseen, jätteisiin tai energiatehokkuuteen. Palvelut toteutetaan useimmissa maissa internetin tai puhelinneuvonnan avulla. Pääsääntöisesti kuluttajaneuvonta on maksutonta tai tuettua.

### 3.2.3 Energiayritysten energiatehokkuuspalveluita maailmalla

Luvun tarkoituksena on kartoittaa energiayritysten tarjoamia energiatehokkuuspalveluita maailmalla syksyllä 2012. Katsauksessa käsitellään Saksan, Yhdysvaltojen, Singapo- ren ja Etelä-Korean nykytilannetta, jotta saadaan selville eri maanosien eroavaisuuksia ja painotuksia palvelutarjonnassa. Kansainvälisten ja kansallisten energiayritysten energiatehokkuuspalveluiden tarjontaa tutkitaan yritysten kotisivujen sisällön perusteella.

E.ON ja RWE ovat Euroopassa suurimpia energiayrityksiä ja yritysten kotimaana on Saksa. Yritysten palvelutarjonta on laaja ja kattava. Suuren liikevaihdon ja volyymin ansiosta yritykset ovat voineet laajentaa osaamisalueitaan ja toimintaansa perinteisen energiayrityksen toiminnan ulkopuolelle.

E.ON tuottaa uutisia nopeasti Twitter:n kautta kotimaassaan. Youtube:n kautta kuluttaja voi saada lisätietoa E.ON:n kehittämistä innovaatioista, uusiutuvista energiamuodoista sekä keinoista vähentää energiankulutusta. Sosiaalista mediaa käytetään tehokkaasti kuluttajien tavoittamisessa ja energiatehokkuuden edistämisessä. Tämän lisäksi E.ON tarjoaa asiantuntijapalveluita puhelinpalvelun ja internetin välityksellä. Online-portaalin avulla kuluttajat voivat asiakastiedoillaan muokata sähkösopimuksia, nähdä kulutustiedot sekä laskun. Online-portaali toimii myös asiakkaan arkistona, jonka ylläpidosta ja kehityksestä vastaa energiayritys. E.ON tarjoaa asiakkailleen myös uutiskirjeen, jossa jaetaan yleisinformaatiota energia-asioista.

Yritys tarjoaa kattavat kotisivut, joiden avulla kuluttajille jaetaan neuvoja, koulutusta ja tietoa energian säästämisestä. Lapsille ja nuorille annetaan energiankulutuksen ohjausta internetin välityksellä. Kuluttajat voivat hyödyntää yrityksen kotisivujen ilmaista laskentajärjestelmää oman aurinkoenergiajärjestelmän suunnittelussa ja heille tarjotaan myös neuvontaa aurinkopaneelijärjestelmien hankinnasta. Yritys luo edellytykset tulevaisuuden vihreälle energiantuotannolle ja tarjoaa päästötöntä sähkösopimus- tuotetta kuluttajille.



E.ON:n kautta kuluttajan on mahdollista saada 1000 euroa investointitukea mikro-CHP lämmityslaitteille 31.12.2012 asti, jollei asetettu asiakasraja ylity. E.ON on myös asiakkaidensa tukena rakennusten peruskorjauksissa. Yritys tarjoaa ehome-paketteja älykkäiden kotijärjestelmien toteutukseen. Ehome-paketit ovat kuluttajien tarpeisiin integroituvia ja niitä voi päivittää tai laajentaa helposti tulevaisuuden tarpeisiin. Yritys tarjoaa myös sähköautotuotteita osaksi sähkösopimuksia ja tarjoaa erilaisia maksutapoja sähköautojen lataukseen. Maksulliset palvelut kattavat muun muassa erilaiset sähköautojen kotilatausasemaversiot sekä nopealle että hitaalle lataukselle ja yritys myös myy kotisivuillaan latauspisteitä suoraan kuluttajille. Sähköautoihin ja sähköautojen lataukseen liittyvät asiantuntijapalvelut ovat maksuttomia.

Myös RWE tarjoaa älykotiratkaisuja kuluttajille sekä sähköautoihin ja niiden lataukseen liittyviä palveluita. RWE:n kotisivujen kautta kuluttajalle annetaan mahdollisuus tilata lämpöpumppu tai lämmön varastointijärjestelmä suoraan kotiin asennettuna. Palvelua tarjotaan eri palvelukanavissa puhelinpalveluna, sähköpostitse tai tietokoneella tapahtuvan online-keskustelun avulla. Kotisivuilla myydään kuluttajille energiansäästöön suunnattuja tuotteita kuten LED-tekniikkaa ja energiasäästäviä etäohjautuvia pistorasioita.

RWE tarjoaa maksullisena palveluna kuluttajan kotona tapahtuvaa energiankonsultointia. Henkilökohtainen neuvonta kestää useamman tunnin, minkä aikana koulutetut asiantuntijat antavat kuluttajalle tietoa kodin energiatehokkuuden tilasta. Kotikäynnin jälkeen asiantuntijat antavat puolueettoman ja riippumattoman raportin asunnon energiatehokkuuden parantamismahdollisuuksista. Raportista ilmenee keinovalikoima, joilla asetettuja tavoitteita voidaan saavuttaa ja kannattavuuslaskelma energiatehokkuuden parantamiseksi. Palvelusta on tuotteistettu myös laajempi ja kattavampi versio, jossa muun muassa palveluna tarjotaan energiakonsultin tekemä lämpöanalyysi asunnosta.

RWE tekee myös kiinteistöille maksullisia energiatehokkuustodistuksia. Rakennuksien ostajille tarjotaan puolueeton selvitys kohteen energiatehokkuudesta. Selvityksessä rakennus tutkitaan läpikotaisesti, jolloin asiakas saa varmuuden rakennuksen puutteista. RWE mainostaa omaa asiakaskorttiaan, millä saa alennuksia muiden yritysten palveluista ja tuotteista. Palvelut ja tuotteet ovat rajoitettuja tietyille sektoreille Saksassa, mutta palveluverkostossa olevien yritysten kokonaismäärä on silti lähes 2000.

Saksassa energiayrityksillä on tehdyn selvityksen perusteella hyvin laajat ja edistyneet palvelumarkkinat. Yhdysvalloissa on myös panostettu viime aikoina energiatehokkuuteen ja oheispalveluiden tarjontaan. Suuri kaasun ja energiapalveluja tarjoava yritys PG&E Kaliforniassa on panostanut erityisesti muita enemmän energiatehokkuuspalveluihin. Yrityksen kotisivuilla kuluttajat voivat laskea oman hiilijalanjäljen suuruuden ja saada ohjeita hiilijalanjäljen pienentämiseen. Kotisivut antavat kattavan opastuksen energialaskun hinnan muodostumiseen ja keinot energialaskun pienentämiseen. Kotisivuilta voi löytää tietoja energiatehokkaista kotitalouskoneista kuten jääkaapeista, pyykinpesukoneista, lämmityslaitteista, valaistuksesta ja uima-allaspumpuista. Kuluttajille esitetään useita vaihtoehtoja, kuinka tuottaa itse energiaa, mutta yritys ei kuitenkaan myy energiantuotantojärjestelmiä.

PG&E tarjoaa asiakkailleen oman energiatilin, josta saa neuvoja ja ehdotuksia energiansäästämiseen asunnossaan. Online-palvelun avulla voi maksaa energialaskut tai vaihtaa laskut automaattiselle veloitukselle. Tarjontaan kuuluu myös kulutuksen seuraaminen tunti-, päivä- ja kuukausitasolla heti, kun kaukoluettava mittari on asennettu asiakkaalle. Omalle tilille luodaan henkilökohtainen energiansäästösuunnitelma. Kuluttajan on mahdollista liittyä palveluun, joka kertoo energiankulutuksen siirtymisen kalliimpaan hintaluokkaan hälytyspalvelun avulla. Tämä mahdollistaa kuluttajan energiansäästötoimenpiteet huippukulutuksen aikana. Tiettyinä päivinä kesäaikaan sähkö on kalliimpaa, jolloin kuluttajia pyritään ohjeistamaan huippukuorman leikkaukseen, jotta yritys säästyy tarpeelta rakentaa huipputuotantoa lisää.

Yhdysvaltojen yrityksistä EDISON International pyrkii myös edistämään energiatehokkuutta ja sen ymmärrystä kuluttajien keskuudessa. Yritys tarjoaa energiansäästövinkkejä yleisellä tasolla sekä henkilökohtaista neuvontaa energian suurkuluttajille. EDISON International tarjoaa kuluttajille mahdollisuuden tehdä ympäristöystävällisen tutkimuksen internetissä, jonka perusteella yritys antaa kuluttajalle neuvoja, kuinka toimia energiatehokkaammin. EDISON International tarjoaa myös sosiaalisia ohjelmia, joissa pienituloisten on mahdollista saada 20 %:n alennus sähkölaskuista.

Singaporessa on myös huomioitu kuluttajien tarpeet säästää energiaa. Singapore Power takaa kuluttajille palvelun ilman jonottamista puhelinpalveluna tai internetin välityksellä. Singapore Power tuottaa vertailutiedot kansalliseen keskivertokulutukseen eri tyyppikäyttäjien sähkön, veden ja kaasun osalta. Laitteiden ja kotitalouskoneiden sähkönkulutuksen laskentaohjelmaa tarjotaan myös kuluttajien käyttöön.

Singapore Power ylläpitää energiatehokkuuskeskusta (EEC), jossa järjestetään kursseja ja annetaan neuvoja energiansäästämiseen. Energiatehokkuuskeskuksessa esitetään videoita energiantuotannosta ja kulutuksesta sekä selvitetään opiskelijoiden ja muiden ryhmien osaamista energiatehokkuuteen liittyvissä asioissa. Energiayrityksellä on oma koulutusinstituutio, jossa tarjotaan koulutusta sekä omalle henkilökunnalle että muille osallistujille.

Eteläkorealainen energiayritys Kepco tuottaa Etelä-Koreassa valtaosan sähköenergiasta. Yrityksen kotisivuilla annetaan kuitenkin hyvin vähän tietoa energiatehokkuuden edistämisestä. Kuluttajille tarjotaan neuvontaa sähkölaskun lukemiseen ja ymmärtämiseen. Yhteenvetona voidaan todeta, että Kepco keskittyy peruspalveluiden tuottamiseen asiakkailleen.

Energiayrityksillä on erilaisia palvelusuuntauksia ja valtioiden lait velvoittavat energiayrityksiä eri tavoin eri puolilla maailmaa. Monet energiayritykset tarjoavat kuluttajille pelkästään peruspalveluita ja rajaavat liiketoimintansa ulkopuolelle räätälöidyt energiatehokkuuspalvelut. Kehittyvillä markkinoilla energiayritysten liiketoiminnan kasvaminen ja taloudellinen voitto hallitsevat liiketoimintaa enemmän kuin ympäristöystävällisyys ja energiankäytön tehostaminen. Jotkut valtiot ovat edistäneet energiatehokkuutta säättämällä lakeja, jotka velvoittavat energiayrityksiä tai niiden asiakkaita. Yhteenvetona voidaan todeta, että EU-maissa energiatehokkuuspalvelut ja kuluttajien kestävä kehityksen edistäminen on huomioitu energiayhtiöiden toiminnassa laajimmin.

Suomen tilanne energiatehokkuuspalveluissa ja energiansäästötoimissa kestää hyvin kansainvälisen vertailun ja energiankulutuksen mittausjärjestelmien kehityksessä ja implementoinnissa olemme johtavia maita. Ainoastaan hajautetun tuotannon määrässä ja sähköautoihin liittyvässä palvelutarjonnassa olemme esimerkiksi Saksaa selvästi jäljessä.

### 3.3 Kaukolämpötuotannon imagon kohotus

Suomi on edistynyt maa kaukolämpöjärjestelmissä ja tässä luvussa tarkastellaan pelkästään kaukolämpöä ja siihen liittyviä palveluita Suomessa. Taulukossa 3.3 on esitetty otos tyypillisistä kaukolämpöpalveluista suurimpien kaukolämpöyri-tysten palvelutarjonnasta syksyllä 2012. Taulukon tiedot on kerätty yritysten kotisivuilta. Osa yrityksistä on samoja yrityksiä kuin taulukossa 3.1. Taulukon 3.3 suluissa olevat termit tarkoittavat: (1) ohjautuu Energiatodistuksen sivulle, (2) sopimusten ja laskujen tarkkailemiseen sekä (3) kulutuksen päivitys kuukausittain.

**Taulukko 3.3** *Kaukolämpöyri-tysten palvelutarjonta Suomessa syksyllä 2012.*

Kaukolämpöyritys	Yritys 1	Yritys 2	Yritys 3	Yritys 4
Asiantuntijapalvelut	x	x	x	x
Vinkit energiansäästöön	x	x	x (1)	x
Eritelty tilavuusvirtamittaus	x	x		
Kuukausittainen laskutus	x		x	x
Kulutusseuranta online-palveluna	x		x (2)	x (3)
e-lasku	x		x	x
Laitemitoitus	x			
Kaukolämpö ”Avaimet käteen”-palveluna			x	
Jakelukeskeytyksen ilmoituspalvelut	x			x
Huoltopalvelut			x	x
Energiatodistus	x	x		

Laaditun yhteenvedon perusteella voidaan todeta, että kaukolämpöliiketoiminnassa ei ole vielä huomioitu energiatehokkuuspalveluita niin laajasti kuin sähkön liiketoiminnoissa. Kaukolämpöliiketoiminta keskittyy perustehtäväänsä eli kaukolämmön tuotantoon ja siirtoon asiakkaalle. Osassa yrityksistä asiakkaan annetaan itse hoitaa lämmönjakokeskushankinta ja siihen liittyvä laitteisto. Yhdessä tarkasteltavista kaukolämpöyri-tyksistä vaihto kaukolämpöön on pyritty tekemään helpoksi ”avaimet käteen”-ratkaisun avulla. Uusien innovatiivisten energiatehokkuutta parantavien palveluiden tarjonta on toistaiseksi vähäistä, mutta tulevaisuudessa kaukolämpöyri-tyksiä tulee velvoittamaan kuitenkin sama Energiatodistuksen direktiivi.

Kaikissa kaukolämpöyri-tyksissä ei ole vielä annettu e-lasku mahdollisuutta, mutta asia korjautunee vuoden 2013 aikana. Asiantuntijapalveluita tarjotaan kattavasti, mutta

kaikki kaukolämpöyritykset eivät tarjoa kiinteistön kaukolämpölaitteiston huoltopalveluita. Jakelukeskeytyksiin on panostettu ilmoittamalla jakeluhäiriöistä ja suunnitelluista keskeytyksistä. Osalla yrityksistä on myös energiatodistukset osana palvelutarjontaa. Yhteenvetona voidaan todeta, että kaukolämpöyritykset eivät ole vielä tuotteistaneet energiatehokkuutta ja energian kulutuksen vähentämistä palvelutarjonnassaan.

### **3.4 Energiayrityksien tarjoamat kulutusraportointiohjelmat ja kehitysnäkymät**

Energiayrityksillä on jo laajasti käytössä online-palvelut sähkönkulutuksen seurantaan kuten taulukossa 3.1 ilmenee. Osalla energiayrityksistä kulutusseurantapalvelu tunnetuin on pelkästään rajoittunut sähkönkulutuksen raportointiin, jolloin kaukolämmön kulutusraportointi toteutetaan pääsääntöisesti kuukausitasolla.

Energiayritysten tarjoaman online-palvelun kautta parannetaan kuluttajien mahdollisuuksia seurata omaa sähkönkulutusta. Kaikille online-palveluille on tyypillistä jalostaa kuluttajalle kulutustiedot vuoden, kuukauden, päivän ja tunnin tarkkuudella käyttöpaikoittain.

Online-palvelujen avulla kuluttajan on mahdollista tarkastella omaa kulutustaan edellisten vuosien ajalta tai siitä asti, kun sähkösopimus on tehty. Tietyn kuukauden kulutusta voidaan vertailla edellisen vuoden kuukausikulutukseen. Osassa ohjelmista voidaan myös huomioida ulkolämpötila, minkä avulla sähkölämmityksen lämpötilariippuvuutta voidaan tarkastella. Palvelujen avulla kuluttaja näkee helposti kulutustiedot ja saa vuosiraportin. Vuosiraportin vertailutaulukon avulla kuluttaja voi verrata omaa kulutusta vastaavan tyyppikäyttäjän vertailukulutukseen. Vuosiraportissa kerrotaan myös sähkön hinnan muodostumisesta. Online-palveluista on mahdollista siirtää kulutustiedot Exceliin ja jakaa edelleen kolmannelle osapuolelle.

Joidenkin online-palveluiden avulla sähkönkäytön analysointi on vielä tarkempaa. Palvelut tunnistavat kotitalouden eri sähkölaitteet, jolloin informaatiota sähkönkulutuksesta saadaan runsaammin. Sähkölaitteita voidaan jakaa eri ryhmiin ja vertailla ryhmien sähkönkulutusta vuosi-, kuukausi-, päivä- tai tuntitasolla. Sähkönkulutus ilmoitetaan palvelun pääsivulla ja hetkittäistä kulutusta voidaan verrata edellisen päivän kulutukseen. Vertailutiedot on mahdollista tuoda palvelun pääsivulle eri värein, jolloin vihreä tarkoittaa ympäristöystävällistä kulutusta ja punainen liian suurta kulutusta. Laitetekoinen kulutusanalysointi ilmoittaa kuluttajalle runsaasti sähköä kuluttavat laitteet, minä avulla voidaan havaita vikaantuneet tai energiatehottomat laitteet.

Palveluohjelmien avulla kuluttajalle luodaan mahdollisuus säästää energiakustannuksissa ja muuttaa kulutuskäyttäytymistään energiatehokkaampaan suuntaan. Sähkölämmitystä voidaan muokata esimerkiksi lämpöpumpun käyntiaikoja vähentämällä. Laitteiden valmiustiloja saatetaan sulkea, koska tiedot hetkittäisestä kulutuksesta saadaan selville. Online-ohjelmien tehokkaan käytön ja seurannan avulla kotitalouksien kokonaisenergiankulutusta voidaan alentaa, jos kuluttaja on motivoitunut edistämään energiatehokkuutta ja muuttamaan kulutustottumuksiaan. Kulutusseurantaohjelmien

avulla energiayritykset voivat osaltaan täyttää energiatehokkuusdirektiivin asettamat vaatimukset.

### 3.5 Energiayritysten pilotteja energiatehokkuuspalveluissa

Tulevaisuudessa tavallisten pienkuluttajien merkitys energian säästössä tulee korostumaan, koska kotitalouksien ja kiinteistöjen energiankulutuksen tehostamisessa on vielä suuri potentiaali. Pääosa kuluttajista on vielä haluttomia tai osaamattomia käyttää uusia palveluita kuten energiankulutuksen seurantaan oman kulutuksensa analysointiin. Tämän takia palveluiden tulee olla helppokäyttöisiä ja pitkälle automatisoituja. Palveluiden käyttöönotto tulee tapahtua kuluttajan innostumisen kautta eikä pakottamalla. Erilaiset pilotti-hankkeet lisäävät kuluttajien tietoisuutta ja testaavat uusien palveluiden toimivuutta ja vaikuttavuutta. Seuraavassa kuvataan pilotti-hankkeita, joita on toteutettu usean energiatoimijan yhteistyönä.

Fortum aloitti keväällä 2011 kokeilun kotitalouksiin asennetusta erillisestä kulutusnäytöstä, jolla kuluttajat pystyivät seuraamaan omaa reaaliaikaista sähkönkulutustaan. Kokeilussa testattiin näytön vaikutusta asiakkaiden sähkön säästöön ja kulutustapojen muuttumiseen sekä näytön toimivuutta ja luotettavuutta. Kokeiluun saatiin halukkaita osallistujia nopeasti 180, jotka asuivat Etelä-Suomen alueella. Kokeilu kesti lokakuun 2011 loppuun asti. Kerrostaloasukkaat eivät osallistuneet kokeiluun sähkömittarin ja näytön välisen heikon kuuluvuuden takia. Samasta syystä jouduttiin rajaamaan osa halukkaista pois, koska erillisen näytön täytyi olla radiosignaalin kantaman päässä sähkömittarista. (Heiskanen et al. 2012)

Asiakaspalautteen tarkoituksena oli selvittää, mitä ominaisuuksia asiakkaat pitävät hyödyllisimpinä. Palautteen avulla pyrittiin saamaan tietoa asiakkaiden halukkuudesta pitää reaaliaikaista näyttöä pysyvästi kotonaan. Saadun palautteen perusteella voidaan selkeästi todeta asiakastyytyväisyys korkeaksi niillä, joilla näyttö on toiminut hyvin. Lisäksi internet-palveluja toivotaan lisäominaisuuksiksi. Kokeiluun osallistuneet halusivat historiatietoja kulutuksesta pidemmältä aikaväliltä sekä laitekohtaisen kulutusjakautuksen näyttämistä. Osallistujien antamaan palautteeseen reagoitiin kesken kokeilun lisäämällä käyttötukea sähköpostin ja internet-sivujen välityksellä sekä antamalla lisäkoulutusta asiakaspalvelijoille. (Heiskanen et al. 2012) Lisääntyneen asiakaspalvelun tarve heijastaa kuluttajien tarvetta saada neuvoja reaaliajassa uusien innovaatioiden käyttöönottamisen yhteydessä. Fortumin mukaan kulutusnäyttöjen avulla asiakkaan tietoisuus sähkönkulutuksesta kasvaa ja pyrkimys vaikuttaa omaan kulutukseen lisääntyy. (Vierimaa O., Syväri R., 2011, Heiskanen et al. 2012 mukaan)

Vattenfall järjesti asiakkailleen energianraportointipalveluansa koskevan kyselyn vuonna 2011 (Vattenfall 2011). Kyselyn perusjoukko koostui 4000 asiakkaasta, joista 31 % vastasi kyselyyn. Asiakkaat seurasivat energianraportointipalvelussa eniten kuu-kausittaisia vaihteluita kulutuksessa, sähkönkäytön kulutuspiikkejä ja tunneittain tapahtuvaa vaihtelua kulutuksessa. Energianraportointipalvelun hyödyllisyydelle antoi negatii-

visen arvosanan vain 5 % vastanneista ja 94 % antoi hyvän tai kohtalaisen arvosanan. Vastaajat olivat tyytyväisiä palvelun avulla lisääntyneeseen energiatietoisuuteen heidän perheessään. Kulutusseuranta vaikutti eniten puun käytön lisäämiseen, lämmityksen säätämiseen esimerkiksi laskemalla kodin sisälämpötilaa, valaistuksen vähentämiseen, laitteiden valmiustilan sulkemiseen ja saunomiskertojen vähentämiseen. Ainoastaan 10 % vastanneista ilmoitti, ettei palvelulla ollut vaikutusta energiankäyttöön. (Heiskanen et al. 2012)

Vastaajista vain 4 % oli tyytymättömiä raportointipalveluun. Helppokäyttöisyys ja selkeys olivat palvelun etuja. Raportointipalvelussa käytetyt ajanjaksot (tunti, päivä, viikko) olivat riittävät, mutta lähes puolet vastaajista haluaa vertailutietoa sähkönkulutuksesta ja noin 40 % haluaa tarkempaa tietoa laitteiden tyyppikulutuksesta. Energianraportointipalvelun avulla lisättiin asiakastyytyväisyyttä ja sitoutuneisuutta. Lisäksi lisättiin oheistiedon jakelua, mikä johti kuluttajien mielestä monessa tapauksessa energiansäästötoimiin. (Heiskanen et al. 2012)

Helen Sähköverkko Oy aloitti tutkimuksen keväällä 2011 varaavan sähkölämmityksen tehokkaammasta hyödyntämisestä. Tutkimukseen osallistui kuusi kotitaloutta, jotka saivat etäluettavat sähkömittarit ja sisäyksiköt, jotka näyttivät värein sähkön hetkellisen kulutuksen. Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää kuormanohjauspalvelua sähkölämmityksessä, jolloin edullisimmat hintajaksot hyödynnettäisiin sähkölämmityksessä paremmin. Lämmitykseen käytetty kokonaisaika pysyi samana, mutta lämmitysajankohtaa siirrettiin yöajalle, jolloin sähkön hinta oli halvempi. Sähkøyhtiö takasi, että kodin lämmöntarve tulee edelleen katetuksi ja kokeilu oli täysin automaattinen, jotta kuluttajan ei tarvinnut osallistua lämmön säätämiseen. (Heiskanen et al. 2012)

Osallistujat olivat tyytyväisiä, koska automatiikan avulla heidän oma panostuksensa väheni. Kokeiluun oli lähdetty mukaan pääasiassa kiinnostuksen ja uteliaisuuden takia. Tiedonsaantiin ja yhteydenpitoon oltiin tyytyväisiä, vaikka osa osallistuneista ei oikein edes tiennyt, mistä kokeilussa oli kyse ja sähköasiat koettiin yleisellä tasolla hyvin monimutkaisiksi. (Heiskanen et al. 2012)

Sisäyksikön avulla osallistujat pystyivät seuraamaan sähkönkulutusta, mitä ominaisuutta oli myös hyödynnetty osassa talouksista. Yksi osallistujista ei tosin ollut huomannut sisäyksikön tarjoamia mahdollisuuksia kun taas osa tutkimukseen osallistuneista oli jo perehtynyt aikaisemmin sähkönkulutukseen, jolloin sähkön käytössä ei tapahtunut oleellista muutosta. Sähkön hintaa käyttäjät eivät kuitenkaan ryhtyneet aktiivisesti seuraamaan kokeilun kuluessa. Saavutettavan hyödyn tulisi siis olla suurempi, jotta asiakkaat vertailisivat ja seuraisivat enemmän sähkön hintoja. (Heiskanen et al. 2012)

Wattitalkoot-hanke toteutettiin Adato Energian, Turku Energian ja Valonian yhteistyönä. Hankkeessa on luotu yhteistyökonsepti energiayrityksen ja energiatoimiston yhdessä järjestämälle energianeuvonnalle, jossa on kokeiltu sosiaalista oppimista ja ryhmätyön hyödyntämistä energianeuvonnassa. Hankkeen avulla pyrittiin myös levittämään Sähkøtohtori-työkalun käyttöä energianeuvonnassa. Hanke toteutettiin vuoden 2011 ensimmäisellä puoliskolla. (Heiskanen et al. 2012)

Hankkeeseen yritettiin saada mukaan paljon osallistujia, mutta siitä huolimatta osallistujamäärä jäi pieneksi. Osallistujat tapasivat noin kerran kuukaudessa ja tapaamisissa käytiin läpi energiansäästövinkkejä sekä energia-asoiden viestintää kuluttajille. Osallistujat arvioivat myös omaa sähkönkulutusta Sähkötohtorin avulla. Hankkeen avulla ei päästy odotettuihin tuloksiin ja tavoitteisiin, mutta sen avulla osallistujat antoivat kehittävästä palautetta ja ideoita neuvontamateriaaleihin. Lisäksi Sähkötohtori sai julkisuutta useiden lehtikirjoitusten välityksellä. Tärkein tutkimustulos oli ihmisten yleinen tietämättömyys energiamarkkinoista ja energiasäästöön liittyvistä asioista. Kuluttajia pitää opastaa sähkömarkkinoiden toiminnassa ja sähkönhinnan muodostumisessa, minkä jälkeen voidaan lisätä kuluttajien tietoisuutta energiayritysten motiiveista edistää energiasäästöä asiakkaiden keskuudessa. (Heiskanen et al. 2012)

Kanadalainen Ontarion alueella toimiva sähköyhtiö Hydro One aloitti kesällä 2004 kaksi ja puoli vuotta kestävä kokeilun reaaliaikaisen palautteen vaikutuksesta sähkönkulutukseen. Kokeiluun osallistui yli 400 kotitaloutta ja se vaikutti positiivisesti sähkön säästöön. Kokeilua jatkettiin vuonna 2007, jolloin kokeiluun osallistui lähes 500 kotitaloutta. Vuonna 2007 alkaneessa kokeilussa tuntimittaus yhdistettiin reaaliaikaiseen laskutukseen ja käyttäjät jaettiin eri ryhmiin. Osa sai älymittarin kulutusnäytöllä ja reaaliaikaisen hinnoittelun, osa sai reaaliaikaisen hinnoittelun ilman älymittaria ja näyttöä kulutuksen ajoittumisesta. Lopuille asennettiin älymittari näytöllä, mutta reaaliaikaista hinnoittelua ei otettu käyttöön. Tutkimuksesta selviää sähkön säästö ryhmittäin edellisuoteen verrattuna: älymittari ja reaaliaikainen hinnoittelu 7,6 %, reaaliaikainen hinnoittelu ilman mittaria 3,3 % ja pelkkä mittari ilman hinnoittelua 6,7 % (Faruqui et al. 2010, Heiskanen et al. 2012 mukaan)

Kun tarkasteltiin mittarin ja hinnoittelun vaikutusta kulutuksen siirtämiseen kulutuksen huippuajoilta matalan tai keskikulutuksen ajankohtaan, mittari ja hinnoittelu yhdessä siirsivät 5,5 % ja hinnoittelu yksin 3,7 % kulutuksen ajoittumista (Faruqui et al. 2010). Tulosten perusteella voidaan todeta, että tehokkain tapa kulutuksen vähentämiseen on hyödyntää yhdessä älymittarin näyttöä kulutuksen seurannassa ja reaaliaikaista hinnoittelua. Pelkän kulutusseurantanäytön käyttö on tehokkaampaa kuin reaaliaikainen hinnoittelu. Kulutuksen ajallisessa siirrosta reaaliaikainen hinnoittelu ja näyttö tuovat paremman lopputuloksen kuin pelkkä reaaliaikainen hinnoittelu. Pelkällä näytöllä ei ole vaikutusta kulutusaikoihin. (Heiskanen et al. 2012)

E.ON on ollut mukana toteuttamassa CABLED projektia Isossa-Britanniassa Coventryssa ja Birminghamissa. CABLED-projektiin osallistuu 13 eri organisaatiota mukaan lukien kaksi kaupunginvaltuustoa ja kolme paikallista yliopistoa. Projektissa testataan seitsemää erityyppistä sähköautoa ja hybridautoa. Projekti sai valtion tukea 25 miljoonaa puntaa ja sen laajuudesta kertoo 110 autoa, joita varten asennettiin 90 latauspistettä, 36 julkista latauspistettä ja 18 työpaikalla olevaa latauspistettä. Projektin avulla pyritään analysoimaan optimaalista latauspisteiden käyttöä, määrää ja sijaintia. Sähköautojen yleistymisen edellytyksenä latauspisteiden tulee olla helppokäyttöisiä ja nopeita. Seuraava kehitysvaihe on langattomat latauspisteet sähkömagneettisen induktion perustuen. Tämä yksittäinen projekti tekee tutkimusta kuluttajien energiatehok-

kaammasta liikkumisesta. Sähköautot ovat kuitenkin vielä paljon kalliimpi vaihtoehto polttomoottoriautoihin verrattuna, joten sähköautoilun yleistyminen vaatii vielä monta kehitysvaihetta. (E.ON)

E.ON on myös mukana älykkäiden sähköverkkojen kehitystoiminnassa. Yrityksen tarkoituksena on asentaa Saksassa 30 kotitalouteen uutta innovatiivista tekniikkaa, jonka avulla voidaan mitata ja säätää reaaliaikaisesti kiinteistöihin asennettua hajautettua tuotantoa. Projektin avulla voidaan testata, miten aktiivinen verkonhallinta tulee toteuttaa pienjänniteverkoissa. Projektissa asennetaan uudet ala-asemat pienjänniteverkkoon, jotka automaattisesti kompensoivat suuria jännitteen vaihteluita ja kontrolloivat verkon stabiilisuutta. (E.ON)

Muutamit energiayhtiöt tarjoavat asiakkailleen Suomessa aurinkopaneelipaketteja. Aurinkopaneelit asennetaan kohteeseen ja yhtiö lupautuu ostamaan asiakkaan ylijäämä-sähkön edellyttäen, että asiakkaalla sähkönmyyntisopimus kyseisen yhtiön kanssa. Palvelun käyttöönotto edellyttää myös, että käyttöpaikka on varustettu kahteen suuntaan mittaavalla etäluettavalla mittarilla, jonka avulla voidaan lukea sekä tuotannon että kulutuksen tuntisarjat (Fortum 2012c). Tällä hetkellä pienkuluttajien aurinkopaneelijärjestelmät ovat vielä harvinaisia ja aika näyttää tulevatko ne yleistymään Suomessa.

Edellä kuvatut pilotti-hankkeet tai -projektit ovat toteutukseltaan eri vaiheissa. Osassa tulokset on jo analysoitu, kun taas osassa pilottilaitteistot on vielä asentamatta. Yleisesti voidaan todeta, että kuluttajat ovat yleensä halukkaita kokeilemaan uutta teknologiaa ja edelläkävijät ovat usein jo perehtyneet uuteen asiaan omatoimisesti. Tutkimustulosten perusteella hankkeissa on saavutettu energiansäästöjä, mutta toisaalta säästöjen kertyminen pidemmällä ajalla on epävarmaa. Pilotti-hankkeista voidaan tehdä johtopäätös, että kulutustottumukset pyrkivät aina osalla ihmisistä palautumaan ennalleen, kun alkuinnostus uutta teknologiaa kohtaan on hävinnyt. (Heiskanen et al. 2012)

Automaattiset laitteet vastaanotetaan helpommin, koska ne eivät vaadi kuluttajan panostusta energiansäästötoimiin. Kuluttajat olivat tyytyväisiä vaikka energiayritys sääti kotitalouksien sähkölämmitystä. Tämä tuo mahdollisuuden energiayrityksille puuttua energian kulutukseen ja kulutuksen ajoittamiseen kotitalouksissa. Heiskanen toteaa, että innovaatioiden markkinointia ei pidä tehdä pelkästään mainostamalla energiansäästöä, koska se riippuu myös aikaisemmasta kulutustottumuksesta (Heiskanen et al. 2012).

Kulutusseurantanäytöillä havaittiin olevan vahva energiaa säästävä vaikutus kotitalouksissa. Pilotti-hankkeissa tulisi seuraavaksi tarkastella, mihin aisteihin vaikuttamalla seurantanäytöt voisivat toimia vieläkin tehokkaammin esimerkiksi lisäämällä tehosteeksi joko valo- tai ääniärsykeitä.



## 4 ENERGIA TEHOKUUSPALVELUIDEN ROOLI TULEVAISUUDESSA

Luvussa hahmotetaan energiatehokkuuspalveluiden tulevaa roolia sähkön myynti- ja kaukolämpötoiminnassa. Energiatehokkuusdirektiivi ohjaa energiayrityksiä ja jäsenvaltioita kohti laajempaa energiatehokkuuspalvelutarjontaa ja kuluttajien neuvontaa. Energiatehokkuuspalveluiden määrä tulee kasvamaan ja niiden merkitys nousee yhä tärkeämmäksi sähkö- ja kaukolämpöverkon hallinnassa.

Älykkäät sähköverkot ja älykäs kaukolämpö synnyttää energiayrityksille uuden palvelualustan, joka mahdollistaa laajemman palvelutarjonnan tulevaisuuden loppukuluttajalle. Energian varastointitavat sekä loppukuluttajan oman tuotannon liittäminen sähköverkkoon tai kaukolämpöverkkoon luovat loppukuluttajille mahdollisuuden osallistua energiamarkkinoille myös energiaa myyväenä osapuolena. Tämä saattaa edistää myös maksullisten energiatehokkuuspalveluiden hyväksyntää ja käyttöönottoa kuluttajien keskuudessa.

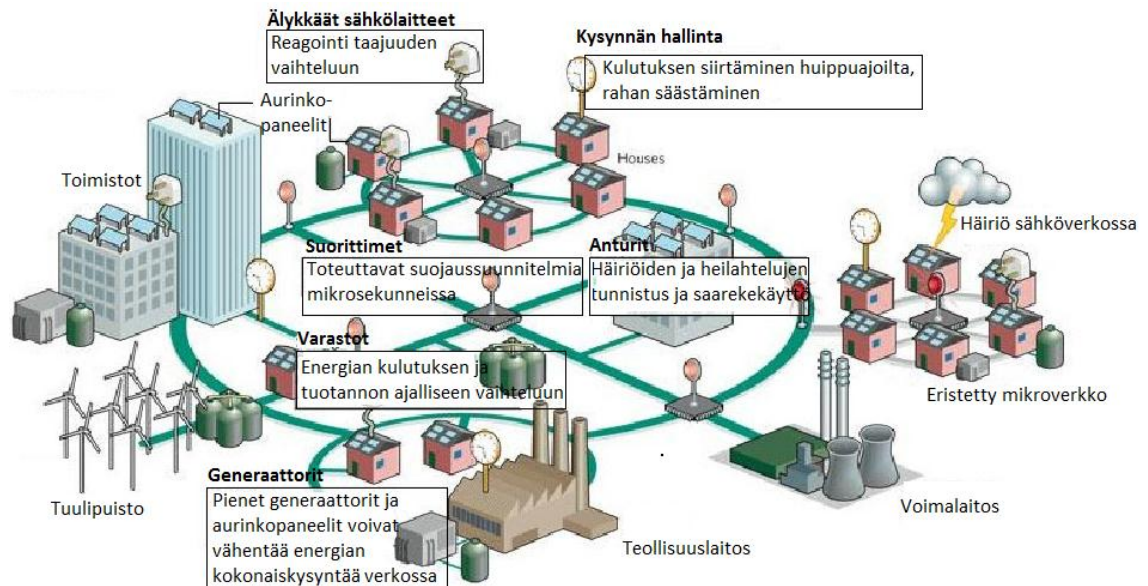
### 4.1 Älykkään sähköverkon tarjoamat mahdollisuudet

Älykäs sähköverkko eli smart grid on nykyaikainen moderni kaksisuuntainen sähköverkko, jonka uusia järjestelmäominaisuuksia pyritään päivittämään olemassa oleviin sähköverkkoihin. Älykkään sähköverkon tuomat mahdollisuudet muokkaavat sähköverkon palvelurakennetta ja luovat tilaa uusille palveluille, kun sekä informaatio- että energiavirratt muuttuvat kaksisuuntaisiksi. Tässä luvussa kuvataan, mikä älykäs sähköverkko on ja mitä toimintoja sen avulla voidaan toteuttaa.

#### 4.1.1 Älykäs sähköverkko

Älykkään sähköverkon voi määritellä monella tapaa, eikä sille ole yhtä oikeata määritelmää. Usein älykkään sähköverkon määritelmät kohdistuvat verkon mahdollistamiin toimintoihin, kun sähkövirta ja tietovirta muuttuvat kaksisuuntaiseksi. Tällöin vanha järjestelmä energian siirrolle voimalaitoksilta kuluttajille muuttuu ja monia uusia älykkämpiä komponentteja tulee osaksi sähköverkkojärjestelmää, mikä monimutkaistaa sähköverkkojen hallintaa. Sähköverkon laitteiden ja toimijoiden välillä syntyy uutta tiedonsiirtotarvetta, mikä mahdollistaa uusien tietovirtojen hyödyntämisen uudella tavalla. Älykästä sähköverkkoa on hahmoteltu kuvassa 4.1. Energia- ja ympäristöalan strategisen huippuosaamisen keskittymän Cleen Oy määrittelee älykkään verkon seuraavasti (Cleen 2008):

*Älykäs verkko (energiajärjestelmä, erityisesti sähköjärjestelmä) on asiakasvetoinen markkinapaikka hajautetulle tuotannolle ja kuluttajille: Älykäs sähköverkko mahdollistaa kustannustehokkaan verkon ja markkinayhteyden kuluttajille sekä hajautetulle tuotannolle, keskitetyn ja hajautetun tuotannon tehokkaan käytön, tarjoaa palveluita edistääkseen kuluttajan energiatehokkuutta ja energian säästämistä sekä varmistaa keskeytymättömän korkealaatuisen energian jakelun.*



**Kuva 4.1.** Näkemys älykkästä sähköverkosta. (suomennos lähteestä Heyrman 2009)

Sähköverkkojen pitoajat ovat perinteisesti pitkiä, joten verkkojen rakenteen muuttaminen on pitkäjänteistä työtä ja se tulee kestäväksi vuosikymmeniä. Tämä pitää huomioida myös rakennettaessa uusia verkkoja. Perinteisillä sähköverkoilla on ollut yksinkertainen toimintaperiaate, kun sähköenergiaa on siirretty suurilta voimalaitoksilta eri jänniteportaiden kautta pienjänniteverkkoihin ja asiakkaiden kulutuspisteisiin. Sähköenergian jännitetasoja on muunnettu sähköasemilla ja jakelumuuntajilla. Verkon hallinta on toteutettu keskitetysti ja kommunikointi on tapahtunut pelkästään sähköenergian virtaussuunnan mukaisesti, jolloin kuluttajat eivät ole voineet vaikuttaa verkon toimintaan.

Suomessa on kehitetty älykästä sähköverkkotoimintaa jo useiden vuosikymmenten ajan, joista esimerkkeinä voidaan mainita automaattinen vianpaikannus ja -erotus. Verkkosuunnittelussa ja -laskennassa on huomioitu verkon kuormitus erilaisilla kulutukseen perustuvilla laskentamalleilla. Samoin verkon kytkentätilaa on optimoitu automaattisesti, jolloin verkon siirtopotentiaali on saatu hyödynnettyä täysimääräisesti eri käyttötilanteissa. Kysyntäjoustoa on hyödynnetty suurien kuormien osalta teollisuudessa. Etäluettavista mittareista on hankittu käyttökokemuksia jo yli 10 vuoden ajan. Tänä päivänä Suomessa pystytään tarjoamaan etäluentajärjestelmien mittaupalvelut lähes kaikille loppukuluttajille yhtenä johtavana maana maailmassa. Toistaiseksi etäluettavat mittarit eivät kuitenkaan hyödynnä sähköverkon palvelutarjonnan koko potentiaalia,

mutta niiden avulla voidaan edesauttaa muiden toimintojen kehittyminen (Heiskanen et al. 2012).

Älykkään sähköverkon rakenteen myötä hämärtyvät rajat tuotantolaitoksien ja kuluttajien välillä. Jatkossa kuluttajien on mahdollista tuottaa ja varastoida sähköä omiin järjestelmiinsä, minkä seurauksena kuluttaja voi olla välillä sähköntuottaja verkkoon päin. Sähkönjakeluverkko on pilkottavissa saarekekäyttöön mikroverkoiksi, jolloin kuluttajien omat varastot ja hajautettu tuotanto pitäisivät yllä verkon stabiilisuutta ilman keskitettyjä suuria voimalaitoksia.

### ***Fyysinen rakenne***

Perinteisesti sähköverkon rakentamisessa on kolme erilaista vaihtoehtoa: säteittäinen, silmukoitu- tai rengasverkko. Jokaisella vaihtoehdolla on omat hyödyt ja haitat, jotka liittyvät verkon käytön taloudellisuuteen, käyttövarmuuteen, verkonsuojaukseen ja investointikustannuksiin. Perinteisesti jakeluverkot on rakennettu säteittäisinä, jolloin rakentamiskustannukset on minimoitu. Verkon suojauksen toteutus on yksinkertaisempi kuin silmukoidulla verkolla. Älykäs jakeluverkko toteutetaan silmukoidusti, jolloin johtoyhteyksiä verkkopisteiden välillä on useita ja käyttövarmuus parempi. Suurjännitesiiroverkot on hyvä rakentaa rengasverkkoina, jolloin optimoidaan investointikustannukset sekä käyttövarmuus. (Lakervi & Partanen 2008)

Älykäs sähköverkko on säävarma. Sähköverkko on rakennettu puuvarmasti tai kaapeloitu maahan niiltä osin, jotka ovat alttiita sääolosuhteille. Kaapeloituja yhteyksiä rakennetaan lisääntyvissä määrin pien- ja keskijänniteverkkoihin, jotta saadaan vähennettyä verkon huolto- ja käyttökuluja. Älykäs sähköverkko on rakennettava kustannustehokkaasti. Vian paikantaminen kaapeloidussa verkossa on vaikeampaa kuin avojohtoverkossa, mutta kehittyvillä vianpaikannusohjelmilla voidaan vikapaikat indikoida ja erottaa nopeasti. Lisääntynyt kaapelointi tuo jakeluvarmuutta energiayrityksille, sähköntuottajille ja kuluttajille.

Älykkään sähköverkon yksi ominaispiirre on hajautettu energiantuotanto. Suurten voimalaitoksien lisäksi sähköverkon jännitettä pidetään yllä monien pienempien tuotantolaitoksien avulla, jotka on maantieteellisesti hajautettu toisistaan. Osa hajautetusta energiantuotannosta sijaitsee kulutuspisteissä. Hajautettuun energiantuotantoon voidaan lukea kuuluvan stirring-moottorit, kaasumoottorit, mikroturbiinit, polttokennot sekä aurinkovoima, tuulivoima ja pienvesivoima. Osa hajautetusta energiantuotannosta on niin sanottua joustamatonta energiantuotantoa, joka tuottaa energiaa satunnaisesti riippuen sääolosuhteista tai vuodenaajoista. Joustamattoman tuotannon lisääntyessä myös säätövoimaa tarvitaan lisää tasaamaan energiantuotannon ja kulutuksen tasapainoa.

Tulevaisuudessa sähköverkon jännitteen heilahtelua tasoittamaan tarvitaan useita sähköenergianvarastoja kuten esimerkiksi sähköautot (Järventausta et al. 2012). Laajasti Euroopassa käytössä olevan pumppuvoimalaitosten käyttömahdollisuuksia ja kannattavuutta tulisi tutkia myös Suomessa, jotta saataisiin tulevaisuuden säätötarpeisiin lisää suuren kokoluokan säätökapasiteettia. Lisääntyvän sähkömarkkinainformaation avulla

kuluttajat voivat myös omalla toiminnallaan pudottaa kulutustaan ja siirtää kulutusta myöhemmälle ajalle, jolloin he toiminnallaan vähentävät huipputuotannon tarvetta.

Energiantuotannon ja kulutuksen tasapainottamiseen voidaan jatkossa käyttää älyverkon virtuaalivoimalaitosta, joka hallinnoi useita hajautettuja tuotantolaitoksia ja varastoja keskitetysti. Virtuaalivoimalaitoksen avulla pyritään saamaan keskitettynä toimintona hajautettu tuotanto ja varastointi tehokkaammaksi kuin eriytettyinä. Keskitetyllä toiminnalla pyritään saamaan hajautetuille resursseille suurempi arvo. Virtuaalivoimalaitos omistaa suuremmat voimavarat eikä se eroa konventionaalisesta voimalaitoksesta järjestelmäoperaattorin ja energiaostajan näkökulmasta. (Lemström et al. 2005)

Tuotannon, kuormien, verkkojen ja asiakkaiden liittymäkohtiin tulee sijoittumaan huomattavan paljon uutta älykästä laitteistoa. Kaksisuuntaiset releet, katkaisijat, erottimet, anturit, suorittimet ja älykkäät mittarit lähettävät reaaliaikaista tietoa verkon tilasta ja mahdollistavat älykkäiden järjestelmien automaattisen toiminnan. Älykkään sähköverkkojärjestelmän eri komponentit keskustelevat toistensa kanssa ja lähettävät tietoa, jonka avulla järjestelmä ylläpitää stabiilisutta omatoimisesti ja ohjaa energian tuotantoa ja kulutusta sähköverkossa.

### ***Tiedonsiirron rakenne***

Mittausjärjestelmät älykkäässä sähköverkossa toteuttavat monenlaisia mittauksia, minkä seurauksena tiedonsiirron ja tallennettavan tiedon määrä kasvaa. Mittauksien tarpeellisuus, tiedonmäärän laajuus, säilytys, käsittely ja hallinnointi on huomioitava jo suunnitteluvaiheessa, jotta laitteet vastaavat teknisiltä vaatimuksilta tulevaisuuden tarpeita. Kasvaneiden tietomäärien hallinta vaikeutuu, mikä vaatii jatkossa yhä enemmän resursseja.

Virtuaalivoimalaitosoperaattoreilla voi olla suuri joukko eri tuotantomuodoista rakentuvia voimalaitoksia. Voimalaitoksien omat ohjausjärjestelmät ovat suoraan yhteydessä tiedonsiirrolla älykkääseen sähköverkkoon, jolloin kommunikointi verkonhallinnan kanssa on nopeata. Osa voimalaitoksista on kytkettyjä toisiinsa ryhmittäin, jolloin tieto voi siirtyä suoraan voimalaitoksesta toiselle tehonlisäys- ja tehonpudotustilanteissa.

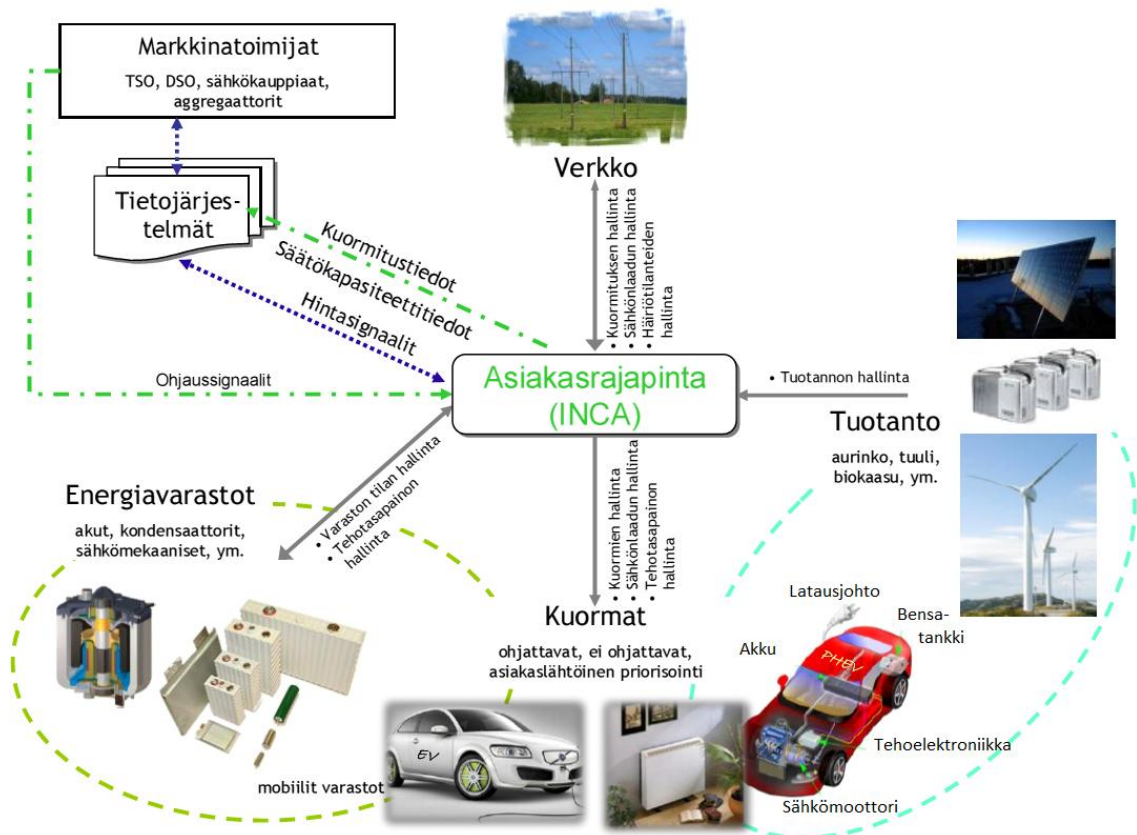
Reaaliaikainen sähköenergian kulutuksen mittaaminen mahdollistaa älykkään sähköverkon nopean toiminnan muutostilanteissa. Tiedonsiirtotapoja on monia, jotka voidaan jaotella kiinteisiin tiedonsiirtotekniikoihin, langattomiin tietoverkkoihin ja lyhyen kantaman radiotekniikoihin. Suoraan sähköverkkoa pitkin siirtyvään kommunikointiin käytetään nimitystä PLC (Power Line Communication). (Vaittinen 2010) Loppukuluttajien kaukoluettaavia sähkömittareita voidaan lukea suoraan point-to-point-menetelmällä tai keskitetysti keskittimen kautta. Usein haja-asutusalueella suoraan mittariin otettavalla point-to-point -menetelmällä päästään kustannustehokkaampaan mittausratkaisuun. Eri mittaus-, tiedonsiirtomenetelmillä on omat vahvuutensa ja heikkoutensa. Pidempään käytössä ollut PLC tekniikka on edullinen tiedonsiirtotapa ja se mahdollistaa myös kaksisuuntaisen tiedonsiirron. PLC-tekniikka on kuitenkin usein häiriöherkkä ja sillä on lyhyt kantama, minkä takia se vaatii signaalin vahvistamiseksi toistimia. PLC-tekniikalla on pieni tiedonsiirtonopeus, minkä takia se soveltuu huonosti nopeisiin älyk-

kään sähköverkon ohjaustoimintoihin. Suoraan mittareiden ja järjestelmän välillä käytetty point-to-point- menetelmä kuormittaa langattomia tietoverkkoja runsaasti ja saattaa välillä jättää siirtämättä tietoa. Lyhyen kantaman radiotekniikoita voidaan hyödyntää keskittimen ja mittarin välisessä tiedonsiirrossa, jossa keskitin välittää mittarin tiedot etäluentajärjestelmään. Heikkoutena on usean tiedonsiirtotekniikan käyttö ja luennan hitaus.

Älykkään sähköverkon toiminta tarvitsee nopean tiedonsiirron mittausten ja eri järjestelmien välillä, jolloin tiedonsiirtotekniikkaa täytyy valita aina tapauskohtaisesti. Tiedonsiirron täytyy olla myös hyvin suojattua, jotta tiedon oikeellisuus säilyy. Tietoturvan, virustentorjunnan ja palomuurien avulla estetään tiedon joutuminen väärin käsiin.

Tehokkaan tiedonsiirron avulla laitteistojen ja mittareiden ohjelmistopäivityksiä saadaan asennettua järjestelmän kautta, mikä vähentää älykkään mittausjärjestelmän kustannuksia (Kärkkäinen et al. 2006). Älykkään sähköverkon koko toiminta tulee perustumaan luotettavaan tiedonsiirtoon.

Markkinatoimijoiden, energiavarastojen, verkon ja kuormien yhteistä kohtauspistettä voidaan kutsua interaktiiviseksi asiakasrajapinnaksi (Järventausta et al. 2012). Interaktiivisen asiakasrajapinnan toimintaa on esitetty kuvassa 4.2. Kuvan markkinatoimijoiden termillä TSO viitataan siirtoverkon operaattoriin ja termillä DSO viitataan jakeluverkon operaattoriin.



**Kuva 4.2.** Interaktiivinen asiakasrajapinta (muokattu lähteestä Järventausta et al. 2012)

Interaktiivinen asiakasrajapinta ja taustalla olevat järjestelmät osallistuvat energian siirtojärjestelmä kokonaisuuden hallintaan nopean tiedonsiirron avulla. Asiakasrajapintaan osallistuvat tahot hyötyvät eri toimijoiden tarjoamista ohjausmahdollisuuksista. Sähkönsiirtojärjestelmä voi hyödyntää säätökapasiteettia ja tehonjaon hallintaa vikatilanteissa, jolloin palvelujen taso, nopeus ja laatu paranevat loppukuluttajalla. Sähkökauppa saa uusia keinoja riskienhallintaan ja kaupankäyntiin. (Järventausta et al. 2012) Nopean tiedonsiirron ja eri järjestelmien yhteistoiminnan avulla asiakasrajapinta mahdollistaa seuraavat toiminnallisuudet (Järventausta et al. 2012, s. 6.):

- *Markkinapohjainen kuorman ja hajautetun tuotannon ohjaus ja niihin liittyvät liiketoiminnot*
- *Energiansäästöä ja energiatehokkuutta tukevat toiminnot sekä edellä mainittuun liittyvä palveluliiketoiminta*
- *Joustava liityntä asiakkaan sähkölaitteille, energiavarastoille ja hajautetulle sähköntuotannolle (esim. pientuulivoima, sähköverkosta ladattavat autot)*
- *Valtakunnallisen sähköjärjestelmän häiriötilanteiden hallinta taajuusmuutoksiin reagoivien sähkölaitteiden avulla*
- *Paikallisen sähkönjakeluverkon hallinta säädettävien kuormien, hajautetun sähköntuotannon ja energiavarastojen sekä niiden liityntätehoelektroniikan avulla*
- *Asiakaskohtainen jännitteensäätö ja sähkön laadun korjaus*
- *Jännitekuoppien ja lyhyiden keskeytysten haittojen minimointi*
- *Nykyistä tarkempien ja enemmän informaatiota sisältävien mittaustietojen hyödyntäminen (verkon suunnittelussa ja käytössä sekä sähkökaupassa ja tasehallinnassa).*

Palveluiden laajamittainen käyttöönotto tulee joka tapauksessa kestäväksi varmastikin vuosikymmeniä. Aika näyttää, mitä kaikkea interaktiivisen rajapinnan toiminnallisista ominaisuuksista tullaan käytännön elämässä ja kuluttajan arjessa hyödyntämään.

#### **4.1.2 Älykkään sähköverkon palvelut kotitalouksille**

Älykkäät sähköverkot mahdollistavat energiayritysten uusien palveluiden tarjonnan kotitalouksille. Palveluiden käyttöönottoon vaikuttaa kuitenkin suurelta osin sähkön hinta, palveluiden kautta saatavat hyödyt sekä älykkäiden sähköverkkojen lisäkustannuksien jakautuminen eri toimijoiden kesken.

Valtioiden energiatukitoimien määrä sekä valitut painopistealueet tulevat heijastumaan myös kehittyvään palvelusektoriin. Energiamarkkinoiden tulevaisuuden kehitys vaikuttaa voimakkaasti kysynnänjouston yleistymiseen. Lisäksi älykkäiden sähköverkkojen toiminta tulee edellyttämään myös kuluttajalaitteiden automaatiotason ja älykkyyden kasvattamista. Tulevaisuuden kotitaloudet voivat myös toimia omien energiava-

rastojen ja -tuotantolaitteiden avulla suurempana säätövoimana esimerkiksi virtuaali-voimalaitospalveluja hyödyntäen.

Kuluttajista tulee jatkossa yksi interaktiivisen asiakasrajapinnan aktiivisista toimijoista, joille voidaan tarjota kehittyvän taloautomaation kautta kuormanohjauspalveluita. Kulutusseurannan yhteyteen voidaan mahdollisesti lisätä vikaantuneiden kodinkoneiden tai -laitteiden paikannustoiminto. Liiketunnistimien ja lämpöantureiden avulla voidaan vähentää sähkön hukкатаhoa sekä varaavan sähkölämmityksen joustavuuden koko potentiaali saadaan hyödynnettyä. Myös elektroniikkalaitteiden lepotilan sähkönkulutus voidaan poistaa. (Valtonen 2009)

Kulutusseurantaa voidaan laajentaa laitekohtaiseksi. Sähköautojen hyödyntämistä voidaan laajentaa, jolloin kysynnänjoustoon saadaan lisää säätövoimaa sähköautojen akkukapasiteetista. Sähköautot voidaan liittää sähköhinnoitteluun vaikuttavana mekanismina. Sähköauton lataukseen ja purkamiseen voidaan tehdä erilaisia tuotteita ja sopimuksia erilaisin hintatasoin, mikä lisää kulutuksen säätöä ja joustoa. Esimerkkejä voidaan tunnistaa E.ON:n ja RWE:n piloteista, jotka ovat edelläkävijöitä sähköautotekniikan liittämisessä sähkömarkkinoihin.

Uusien innovaatioiden kehittäminen on tärkeää, mikä tukee toiminnan muutosta myös sähköverkkotekniikassa. Tulevaisuudessa energiayritykset joutuvat joka tapauksessa osallistumaan asiakkaidensa energiatehokkuusvelvoitteiden toteuttamiseen aikaisempaa aktiivisemmin ja laaja-alaisemmin.

## **4.2 Älykkään kaukolämpöjärjestelmän tarjoamat mahdollisuudet**

Tulevaisuudessa kaukolämpötoimintaakin voidaan kehittää älykkääksi järjestelmäksi aivan vastaavasti kuin sähköverkkoa. Älykkäällä kaukolämmöllä on monia samoja ominaisuuksia kuin älykkäällä sähköverkolla. Kaukolämpö tuotetaan joustavasti sekä hajautetusti pientuotantolaitoksissa ja keskitetysti suuremmissa tuotantoyksiköissä. Loppukuluttajien tuottama ylijäämäenergia siirretään kaukolämpöverkkoon ja huomioidaan kaukolämmön hinnoittelussa. Kaukolämpöjärjestelmässä voi olla hajautettuna kaukolämpövarastoja, joiden avulla tuotantohuippuja voidaan leikata huippukulutuksen aikaan ja varastoida lämpö talteen matalan kulutuksen aikaan.

Tuotannon ja kulutuksen tasapainon optimointia tehdään reaaliaikaisesti, jolloin älykkään järjestelmän avulla voidaan nopeasti reagoida muuttuviin kulutus- ja tuotantotilanteisiin sekä pitkällä että lyhyellä aikavälillä. Kulutusta voidaan ohjata tai leikata huippukuormituksen ajalta edullisempaan ajankohtaan, jolloin kulutusprofiili saadaan tasaisemmaksi ja tuotanto energiatehokkaammaksi. Näin voidaan parantaa kaukolämmön kilpailukyky muihin lämmitysmuotoihin verrattuna ja säilyttää edelleen kaukolämmön edut luotettavana ja toimintavarmana lämmitysjärjestelmänä.

#### 4.2.1 Kaukolämmön varastointi

Kaukolämmön varastointi mahdollistaa voimalaitoksen ajon täydellä sähköteholla silloinkin, kun tuotetulle lämpöenergialle ei ole kysyntää. Tuotettua lämpöenergiaa on mahdollista varastoida kaukolämpöverkkoon nostamalla verkon lämpötilaa tai ajamalla lämmitettyä vettä maanpäällisiin tai maanalaisiin lämpövarastoihin. Lämpövarastojen avulla saadaan maksimoitua CHP-tuotannosta saatava sähköenergia ja huippukattiloiden käytön minimointi kaukolämmön tuotannossa. Tämän avulla primäärienergian tehokkaampi hyödyntäminen paranee ja päästökuormitus laskee, koska huippukattilat käyttävät pääasiassa fossiilisia polttoaineita (Pesola et al. 2011). Putkirikkojen aikana tai tuotannon häiriötilanteissa lämpövarastoista on mahdollista syöttää lämpöenergiaa verkkoon, millä voidaan varmentaa lämmönjakelua. Lämpövarastojen avulla kuormien hallintaa helpottuu ja energiantuotannon kannattavuus paranee, kun tuotetulle lämmölle tai sähkölle voidaan optimoida parempi markkinahinta.

Lämmöntuotannon päästöjä voidaan vähentää myös lämpövarastojen avulla. Lämmön huippukulutusta voidaan kattaa lämpövarastoista saatavalla lämmöllä, jolloin huippukattiloiden käyttöaika ja käynnistystarpeet vähenevät. Lisäksi huippukattiloiden polttoaineina on tavallisesti käytetty kalliimpia polttoaineita kuten polttoöljyä tai maakaasua. Voimalaitoksia on perinteisesti pystynyt ajamaan teknologian ja polttoainetyypin asettamien reunaehtojen sisällä joko osatehoilla tai sykleittäin vuoden- tai vuorokaudenajan mukaan. Osatehoajossa kattilan hyötysuhde on tavallisesti huonompi kuin täys-tehoajossa. Optimoimalla lämpövarastojen käyttöä voidaan vähentää osatehoajoa ja parantaa energiatehokkuutta nostamalla huippukattiloiden käytön keskimääräistä hyötysuhdetta. (Pesola et al. 2011)

Lämpöenergian varastointi voidaan jakaa tuntevan lämmön varastoihin, latenttilämpövarastoihin ja termokemiallisiin varastoihin. Termokemialliset varastot perustuvat vapautuvaan tai sitoutuvaan reaktiolämpöön, latenttilämpövarastot faasimuutoksen hyödyntämiseen ja tuntevan lämmön varastot perustuvat lämpötilaeron hyödyntämiseen. (Pesola et al. 2011)

Yhteistuotannon kaukolämmön varastointiin potentiaalisin suuren kokoluokan varastointi on tuntevan lämmön varastointi. Tuntevan lämmön varastointia on hyödynnetty runsaasti. Esimerkiksi Oulussa on kallioperässä 190 000 m<sup>3</sup> kokoluokan kaukolämpövarasto. Varastosta saadaan maksimiteholla 80 MW ja varaston kapasiteetti on 10 000 MWh (Alanen 2003). Lämmön huipputehon tuotanto on Pesolan et al. (2011, s.21) mukaan 1000 GWh kokoluokassa Suomessa. Tämä voidaan Gebremedhin ja Zinkon (2009, s. 5) mukaan kattaa optimitilanteissa noin 50:llä 100 000m<sup>3</sup> kokoluokan lämpövarastolla, jotka ladataan ja puretaan noin neljä kertaa vuodessa. Tarkastelu on suoritettu pelkästään lämpövarastojen kapasiteetin suuruuden mukaan, jolloin tarkastelusta on jätetty huomioimatta lämpövarastojen sijoittuminen ja kytkeytyminen eri kaukolämpöverkkoihin. Keskikokoisen kaukolämpöverkon aamu- ja iltahuippujen kattamiseen tarvitaan noin 50 MW:n lämpöteho, kun oletetaan kuormapiikin kestoajaksi kaksi tuntia (Pesola et al. 2011). Tällöin varastokapasiteettia tarvitaan 100 MWh, mikä vastaa noin 5000 m<sup>3</sup>



kokoista säiliötä (Pesola 2011). Lataus ja purkauksien määrällä on huomattava vaikutus taloudelliseen kannattavuuteen. Mitä useammin varastoa ladataan ja puretaan, sitä halvempi on lämpövaraston hyödynnetyn lämmön pääomakustannus.

Suurten kalliovarastojen avulla voidaan varastoida lämpöä kausikohtaisesti kesäkuukausista talvikuukausiin. Kallioperä eristää hyvin lämmönsiirtymistä ja suurissa kokoluokissa 100 000-1 000 000 m<sup>3</sup> kalliolämpövarastot voivat saavuttaa teoriassa 80 %:n hyötysuhteen ilman eristystä (Pesola et al. 2011). Tunti- ja päivätasolla kaukolämpöverkko ja pienemmät maanpäälliset vesitankit riittävät kattamaan osan huipputehon määrästä ja pystyvät vähentämään tarvetta uusiin tuotantoinvestointeihin. Pienempiä vesitankkeja voidaan täyttää öisin ja purkaa aamun huipputunneilla. Lämpövaraston sijoittaminen on tehtävä kaukolämpöverkon läheisyyteen, jotta siirron häviöt ja pumpauskustannukset eivät laske saatavaa hyötyä.

Yhteistuotannon yhteydessä on myös mahdollista varastoida energiaa tuottamalla bioöljyä. Prosessissa pyritään maksimoimaan energiatehokkuus. Yhteistuotannossa bioöljyn tuottaminen perustuu nopeaan pyrolyysiin, jossa kiinteä biomassa kuivataan ja murskataan, minkä jälkeen massa siirretään kontrolloituun lämpötilaan (480-520 °C) alle kahdeksi sekunniksi. Kuumennuksen jälkeen kaasuuntuneesta massasta erotetaan kiintoaines, minkä jälkeen kaasu lauhdutetaan nopeasti ja tehokkaasti nestemäiseksi bioöljyksi. Bioöljyllä voidaan korvata fossiilisia polttoaineita kuten polttoöljyä lämpökeskuksissa. Bioöljy lisää primäärienergianlähteissä kotimaisuusastetta ja vähentää uusiutuvana polttoaineena kasvihuonepäästöjä. (Rakennuslehti 2012; Lehto 2010) Fortumin (2012b) mukaan Joensuuhun vuonna 2013 valmistuva nopeaan pyrolyysiteknologiaan perustuva bioöljylaitos on teollisuuden mittakaavassa ensimmäinen laatuaan koko maailmassa.

#### 4.2.2 Älykäs kaukolämpöverkko

Tulevaisuudessa kaukolämmön huipputehoja on mahdollista leikata älykkään kaukolämpöverkon ominaisuuksien avulla. Toteutuessaan energiatehokkuusdirektiivin velvoitteet lämmönmittauksessa voivat edellyttää lämpöenergiamittaukseen huomattavia muutoksia. Kaukolämpömittareiden tiedonsiirto saattaa muuttua kaksisuuntaiseksi ja kulutuspisteen venttiilin ja kaukolämpömittarin välille voidaan toteuttaa tiedonsiirto, mikä mahdollistaisi kulutuksen ohjauksen eri ajankohdille. Lämmitystehoja voitaisiin säätää kauko-ohjatusti kulutuspisteissä, koska pienet lämpötilaerot sisälämpötilassa eivät välttämättä aiheuta haittaa kuluttajille. Hyvin lämpöä eristävien rakennusmateriaalien ansiosta lyhyet lämmityskatkojen aiheuttamat sisäilman lämpötilan laskut minimoituvat, koska varsinkin uudet energiatehokkaat rakennukset voisivat toimia lyhytaikaisina lämpövarastoina (Pesola et al. 2011, Gummerus 2004 mukaan). Suuressa mittakaavassa älykkäiden lämmönkulutusratkaisujen avulla kulutuspiikkejä voidaan leikata asiakkaiden sitä edes huomaamatta. (Pesola et al. 2011)

Kaukolämpöjärjestelmän ja asiakkaan rajapinnassa olisi mahdollista muuttaa energiansiirto kaksisuuntaiseksi. Tällöin kiinteistöjen tuottama ylijäämäenergia esimerkiksi aurinkolämpökeräimistä voitaisiin siirtää kaukolämpöverkkoon lämmönvaihtimien väli-

tyksellä. Fortum Heat and Power Oy testaa kaksisuuntaisen lämpökaupan mahdollisuuksia Tukholmassa (Sallinen 2012). Rinnakkain kytkettyjen lämmitysjärjestelmien avulla jopa sähkölämmitystä ja erityisesti lämpöpumppuja voitaisiin hyödyntää kaukolämpöjärjestelmän tuotannontekijöinä silloin, kun sähkön markkinahinta on alhaalla. Kotitalouskokoluokan varaavat lämmityskäiliöt voisivat olla myös yksi uusi tuotantorressi kaukolämmitysjärjestelmän energiatehokkuuden optimoinnissa. Suuri joukko pieniä lämpövaraajia muodostaisivat hajautetun virtuaalilämpöakun kaukolämpöjärjestelmälle. Toiminta vaatisi kuitenkin uuden automaatio- ja ohjausjärjestelmän rakentamisen, jotta kuluttajan ei itse tarvitsisi osallistua lämmitysjärjestelmän säätötoimiin. Koska kotitalouksien voisi olla vaikeata siirtää omaa lämpöenergiaansa kaukolämpöverkon korkeaan lämpötilaan, saattaisi järjestely toimia paremmin matalan lämpötilan kaukolämpöverkossa. Matalan lämpötilan kaukolämpöverkko voidaan liittää olemassa olevaan kaukolämpöverkkoon lämmönvaihtimen avulla. Matalalämpöisen kaukolämpöverkon lämpötila on oltava kuitenkin yli 65 °C, jotta legionellabakteerit eivät pääse leviämään (Pesola et al. 2011).

Kaukolämmön tuntimitatuilla kulutustiedoilla voidaan jatkossa ennustaa yhä paremmin kulutuksen ajoittumista vuorokauden sisällä. Lämmitystä voidaan ohjata ennen kulutushuippua ja kulutushuipun jälkeiselle ajalle, mikä laskee huipputehon tarvetta ja vähentää vesikattiloiden ajoa. Älykkään kaukolämpöverkon ominaisuuksia hyödyntämällä kaukolämmön hinnoittelumalleja ja tariffit voidaan uudistaa siten, että ne motivoivat kuluttajaa osallistumaan kulutuksen säätöön aikaisempaa paremmin. Hinnoittelumalli, joka ohjaisi kulutusta myös tuntitason hinnoittelulla, voisi leikata kaukolämpökuorman huipputehoa. Nykyisin tyypillinen hinnoittelumalli koostuu kiinteästä maksusta, joka perustuu vesivirtaan tai tehoon, sekä kulutukseen perustuvasta energiamaksusta, joka voi vaihdella eri vuoden aikoina (Pesola et al. 2011). Kuluttajakohtainen kaukolämmön säätö vaatisi kuitenkin laajaa mittaus- ja ohjausinfrastruktuuria, mitä ei vielä ole käytössä. Toisaalta kaukolämpöä käytetään eniten suurissa asuinkehteissa, ostoskeskuksissa, liikerakennuksissa ja muissa julkisissa rakennuksissa, jolloin ohjauslaitteita ei välttämättä tarvitsisi asentaa kaikille kuluttajille.

Kaukolämpöjärjestelmän älykkyyttä voidaan lisätä kaikilla osa-alueilla: tuotannossa, varastoinnissa, jakelussa ja asiakasrajapinnassa (Pesola et al. 2011). Älykäs kaukolämpöverkko voisi mahdollistaa muun muassa seuraavia toiminnallisuuksia palvelukokonaisuuksia:

- *Markkinapohjainen kuorman ja hajautetun tuotannon ohjaus ja niihin liittyvät liiketoiminnot ja hinnoittelumallit*
- *Energiansäätöä ja energiatehokkuutta tukevat toiminnot*
- *Joustava liityntä asiakkaan lämpöenergiavarastoille ja hajautetulle lämmöntuotannolle (esim. lämpövaraajat ja aurinkolämpöjärjestelmät)*
- *Paikallisen lämpöverkon hallinta säädettävien kuormien, hajautetun tuotannon ja energiavarastojen sekä niiden liityntätehoelektroniikan avulla*
- *Asiakaskohtainen lämmönsäätö ja lämmön laadun korjaus*

Älykkään kaukolämpöverkon toiminnallisuus ja ominaisuudet ovat siis hyvin samankaltaisia kuin älykkäässä sähköverkossakin ja joltain osin jopa helpommin käytönotettavissa. Energiavarastojen ja -akkujen lämmön varastointi on jo ollut pitkään käytössä olevaa vanhaa teknologiaa, kun taas sähköakkujen kehitys ja kustannustehokkuus on vielä esteenä suurten sähköenergiavarastojen yleistymiselle.

#### **4.2.3 Pienimuotoinen sähkön ja lämmön yhteistuotanto**

Pienimuotoisen sähkön ja lämmön yhteistuotannolla on energiatehokkuusdirektiivin määräysten perusteella erona suurempiin yhteistuotantolaitoksiin se, että kustannushyötyanalyysiä ei tarvitse tehdä. Direktiivi velvoittaa pelkästään yli 20 MW lämpötehoisia laitoksia tekemään kattavan kustannushyötyanalyysin. Pienitehoisten yhteistuotantolaitosten (arina- ja leijukattilat, höyrykoneet ja -turbiinit) yleistymisen esteenä on pitkään ollut laitoksen huonosta rakennusasteesta (0,1-0,2) johtuva heikko kannattavuus. Rakennusasteen parantumisen ja uuden syöttötariffin ansiosta Suomessa voisi olla kymmeniä sopivia käyttökohteita. (Savolainen 2008)

Pienimuotoiselle yhteistuotannolle on monia erilaisia tuotantotapoja. Käytetyin teknologia pienessä kokoluokassa on kaasumoottorit. Mikroturbiinejakin on käytössä monissa kohteissa maailmalla, mutta teknologian kehittyminen on ollut odotettua hitaampaa. Stirling-moottorit ovat vielä kehitysvaiheessa. Polttokennot ovat tulevaisuuden kannalta mielenkiintoinen mahdollisuus, koska niiden sähköntuotannon hyötysuhde on erittäin hyvä. Suomessa on lisäksi monia biopolttoaineisiin perustuvia 10-20 MW lämmöntuotantolaitoksia, joihin ei ole yhdistetty vielä sähköntuotantoa. (Pesola 2011; Pöyry Energy Oy 2006)

Tulevaisuudessa kaukolämpöverkoston lämpökattiloita voidaan mahdollisesti korvata pienimuotoisella yhteistuotannolla. Pienimuotoisen yhteistuotannon hyötysuhde kuitenkin yleensä laskee, jos laitosta joudutaan ajamaan osateholla. Yhteistuotannon yhteyteen integroitavalla lämpövarastolla voidaan parantaa myös pienten laitosten hyötysuhdetta ja kannattavuutta. Pienimuotoisen yhteistuotannon pääoma- sekä käyttö- ja kunnossapitokustannukset ovat suuremmat kuin lämpökattiloilla, minkä takia sitä ei kannata käyttää pelkästään huipputehon tuottamiseen. (Pesola et al. 2011)

#### **4.2.4 Kaukolämmön palvelut kotitalouksille**

Kaukolämpöjärjestelmän tekniikan ja älykkyyden kehittyminen tuo uusia mahdollisuuksia uusien toimintojen ja palveluiden tuotteistamiselle. Lisääntyneen mittausinfrastruktuurin ja automaation avulla asiakkaille on mahdollista tarjota kysyntäjoustoa, josta sekä asiakas että myös kaukolämpöyrittäjä voisivat hyötyä taloudellisesti. Kaukolämpöyrittäjien tuotantolaitoksia ja jakeluverkkoa voitaisiin käyttää tehokkaammin ja palkita asiakkaita halvemmalla hinnalla, kun he antavat joustoa siirtää kulutusta energiayrityksen kannalta edullisemmalle ajalle.

Uusien online-palveluiden ja erillisten näyttöjen avulla voidaan tarjota myös kaukolämpökuluttajille tarkkaa reaaliajassa päivittyvää tietoa lämmön kulutuksesta. Kahden

suuntaisten mittausten ja lämmönvaihtimen avulla asiakkaiden tuottama energia voidaan ostaa lämpöverkkoon. Kolmannet osapuolet tai energiayritys itse voi tarjota kuluttajille mahdollisuuden osallistua joustavasti energian kulutukseen ja tuotantoon virtuaalivomalaitoksen kautta. Tällöin useampien järjestelmien kautta saadaan suurempi säätövoima kysyntäjoustoon ja asiakkaille mahdollisesti edullisempi energian hinta.

Uudet palvelut parantaisivat kaukolämmön kilpailukykyä uusien lämmitysteknologioiden rinnalla ja loisivat kaukolämpötoiminnalle uutta imagoa. Samalla kaukolämpöyritykset voisivat tarjota kulutuksen ohjaukseen liittyvää laitteistoa ja hallintapalvelua lämmön myynnin ohella. Asiakkaiden olisi mahdollista hyötyä uusista palveluista taloudellisesti ja tehostuneen kaukolämpöjärjestelmän avulla myös ympäristön kuormitusta voitaisiin keventää.

Älykkään kaukolämpöverkoston tiedonsiirrossa voidaan hyödyntää älykkään sähköverkon tiedonsiirtoväyliä, jolloin uuden mittausinfrastruktuurin tiedonsiirtoa ei välttämättä tarvitsisi rakentaa eriytettynä. Yhdistämällä sähköverkon ja kaukolämpöverkon tiedonsiirtokanavia, kommunikointilaitteita ja etäluentajärjestelmiä voidaan saavuttaa tiedonsiirtokustannuksissa huomattavia kustannussäästöjä.

### 4.3 CHP-tuotannon toimintaympäristön muutos

CHP-tuotanto kohtaa tulevaisuudessa uudenlaisia haasteita Suomessa. Suomen sähköjärjestelmän joustavuutta koetellaan suuressa mittakaavassa, jos suunnitellut energian tuotantomuotojen suuret muutokset realisoituvat energiantuotantojärjestelmässä. Joustamattoman tuotannon lisääntyminen heijastuu erilaisin vaikutuksin koko sähköjärjestelmän toimivuuteen.

Lisääntyvä ydinvoima kasvattaa sähköntuotantoa runsaasti ja yhdessä voimakkaasti lisääntyvän tuulivoiman kanssa yhteistuotantosähkön kilpailukyky saattaa heikentyä ja toisaalta voimajärjestelmätasolla säätövoiman tarve kasvaa. Tuulivoiman ja ydinvoiman osuukien lisääntyminen sähköntuotantokapasiteetissa lisää tarvetta kehittää muiden tuotantomuotojen joustavuutta ja säätökykyä sekä markkinoiden kysyntäjoustomekanismeja ja energian varastointia (Honkasalo et al. 2012).

Säätövoimana käytetyn vesivoiman määrää on vaikea enää lisätä Suomessa, mikä saattaa johtaa lisääntyvässä määrässä säätösähkön tuontiin ulkomailta. Vesivoiman säätökapasiteetin lisäämiseen on kuitenkin mahdollisuus vaikuttaa energia- ja ympäristöpolitiikalla. Uusien varastoalaiden avulla saataisiin lisää joustavuutta sähköjärjestelmään ja säätövoimaa. Ydinvoimalla on korkeat pääomakustannukset ja pienet käyttökustannukset, minkä takia ydinvoimaa ei kannata käyttää säätövoimana. Lisäksi ydinvoima ei tuota käytön aikaisia päästöjä, joten se on edullista hiilineutraalia tuotantoa. Pohjoismaissa ja erityisesti Ruotsissa ja muualla Euroopassa lisääntyvä tuulivoima heikentää säätövoiman tuontimahdollisuuksia Suomeen. Tuulivoiman kasvavaa tuotantoa tukemaan kannattaisi lisätä Pohjoismaiden sisäisiä ja Pohjoismaiden sekä Keski-Euroopan välisiä siirtoyhteyksiä ja siirtokapasiteettia. (Honkasalo et al 2012)

Heikkosateisinä vuosina Pohjoismainen säätövesivoima on vähissä, jolloin säätösähkön tuontiriippuvuus kasvaa Keski-Euroopasta ja Venäjältä. Keski-Euroopasta tuotava sähköenergia on usein hinnaltaan kalliimpaa kuin Suomessa, mikä saattaa nostaa sähkön hintaa, mutta toisaalta parantaa CHP-tuotantolaitosten kilpailukykyä. Suomen on kuitenkin huomioitava säätövoima ja sähköjärjestelmän säätökyvyn kehittäminen myös kansallisessa energiapolitiikassa, koska tuontisäätösähkön saatavuuteen ei tule pelkäämistään luottaa (Honkasalo et al. 2012).

Tuulirintamat ovat usein laajoja, jolloin säätövoimaa tarvitaan kattamaan välillä osa tuulivoiman tuotannosta tai jopa koko tuulivoimakapasiteetti, kun Suomen alueella ei tuule. Laajoilla alueilla tuulen nopeuden muutokset kestävät kuitenkin usein pidemmän aikaa, jolloin hitaamman käynnistysajan ja tehonmuutosnopeuden sähköntuotantomuodot pystyvät reagoimaan tapahtuviin muutoksiin. Suomen mittakaavassa tuulen nopeuden muutokset kestävät muutaman tunnin, jolloin lauhdevoima ja CHP käyvät säätövoimaksi. Tuulivoima korvaa kalleinta tuotantomuotoa, mikä talvisin tarkoittaa lauhde-  
tuotantoa ja kesäisin laskeneen sähkönkulutuksen takia sähköntuontia tai yhteistuotantoa. (Honkasalo et al. 2012)

Halpa sähkön hinta ei kata aina CHP-tuotannon sähköntuotantokustannuksia, jolloin sähköntuotantoa joudutaan vähentämään ohittamalla turbiini voimalaitoksen höyrykierrossa reduktioajolla tai sitten yhteistuotantovoimalaitokset ajetaan alas ja tarvittava lämpö tuotetaan lämpökeskuksilla. Jatkossa CHP-tuotanto joutuu kilpailemaan myös lämpöpumppujen ja muiden hajautetun tuotantolaitteiden kanssa. Yhteistuotantolaitoksien säätöominaisuuksia parantamalla voidaan niiden kilpailukykyä kehittää tulevaisuuden sähkömarkkinoilla.

Sähkönvarastointitapoja on monia, joista pumppuvoimalat ovat yleisimmin käytössä. Pumppuvoimalat toimivat tyypillisesti hyötysuhteeltaan 70 - 80 % tasolla, mutta ne tarvitsevat suuria korkeuseroja saavuttaakseen hyvän hyötysuhteen. Suomessa pumppuvoimaa ei vielä hyödynnetä. Sähköakuilla on vielä laajamittaisessa hyödyntämisessä huonompi hyötysuhde kuin suurilla lämpövarastoilla. Lisäksi lämpövarastot ovat huomattavasti edullisempia rakentaa. Yhteistuotannon kautta saatavat lämpövarastot tarjoavat mahdollisuuden hyödyntää yhteistuotantokapasiteettia tuulivoiman tehonvaihteluihin. Optimoidun kokoisten lämpövarastojen avulla säätövoiman määrä voidaan kasvat-  
taa huomattavasti. (Honkasalo et al. 2012)

Yhteistuotannon hyödyntäminen säätösähkömarkkinoilla laskisi hiilidioksidipäästöjä verrattuna nopeasti reagoivien huippuvoimalaitoksien käyttöön. Myös vanhoja CHP-laitoksia voidaan modifioida toimimaan yhä suuremmilla kapasiteeteilla säätövoimana. Lyhytsyklinen käyttötapa sekä priimaus heikentää kuitenkin yhteistuotannon hyötysuhdetta ja laitosten käyttöikä. Vanhojen CHP-voimalaitosten modernisointi polttoainevä-  
rastoja ja poltinmuutosten osalta sekä käyttö säätövoiman tuotannossa on edullisempi vaihtoehto kuin uusinvestointi säätövoimaan. (Honkasalo et al. 2012)

Lisääntyvällä tuulivoimalla on myös säätösähkömarkkinoita lisäävä vaikutus. Säätövoiman tarpeen kasvaessa nousee sähkön hinta markkinoilla, mikä lisää säätösähköstä saatavaa tuottoa. Suurien toimijoiden panostukset säätövoimaan vaikuttavat säätömark-

kinoiden toimintaan. Jos markkinoiden hintapiikit vähenevät, säätösähkömarkkinoille tehtyjen investointien tuotto laskee. Sähkön hinnan vaihtelun pienentyminen vaikuttaa myös kysyntäjoustoon negatiivisesti. Tämän takia markkinahinnan vaihtelu ja vaihtelun kasvaminen sekä suuret hintapiikit tulee sallia, jotta säätövoima säilyttää kilpailukykynsä. (Heiskanen et al. 2012)

Rinnakkain yhteiskuntaa palvelevat sähkö- ja kaukolämpöverkkojen vuorovaikutus tulee kasvamaan lisääntyneen älykkyyden myötä. Yhteistuotanto sekä muu voimalaitoskanta kohtaa uusia haasteita ajojärjestyksen optimoinnissa, kun tuulivoimatuotanto kasvaa. CHP-voimalaitokset joutuvat optimoimaan tuotantoaikaan ja ajoa markkinaehtoisesti, jolloin uudenlaisia ajotapoja hyödyntää CHP-tuotantolaitoksia kannattaa tarkastella. Esimerkiksi Lappalaisen (2012. s 71.) mukaan Tampereen Energiantuotanto Oy:n suurimpien voimalaitosten Naistenlahti 1 ja Lielahden voimalaitoksien potentiaali osallistua taajuusohjattujen reservien tuottamiseen ovat hyvät.

Tuulivoimatuotannon kasvava heilahtelu vaikuttaa erityisesti CHP-tuotantoon. Tärkein sopeutumiskeino tuulivoiman heilahteluun on tuotannon joustavuuden lisääminen. Myös kysyntäjoukset ja energian varastointikeinot ovat mahdollisia säätövoiman lähteitä. Tuulivoimatuotannon heilahtelu lisää myös sähkön markkinahinnan vaihtelua nykyiseen verrattuna. (Heiskanen et al. 2012) Tuulivoiman lisääntyminen ja erityisesti CHP-tuotannon ajotavan muutokset heijastuvat myös loppukuluttajille. Energiatohkeuspalveluiden potentiaali kasvaa erityisesti varaavissa sähkölämmityskohteissa, kun kysynnänjouston avulla saadaan suurempia säästöjä sähkönhankinnassa kulutusta muuttamalla. Loppukuluttajan oma energiantuotanto ja -varastot tulevat tulevaisuudessa myös vaikuttamaan enenevässä määrin energiamarkkinoihin, jolloin energiayrityksen kannattaa osallistua hajautetun tuotannon markkinoiden ja kysynnänjouston edistämiseen.

## 5 YHTEENVETO

Energiatehokkuusdirektiivi velvoittaa jäsenmaita parantamaan loppukuluttajien palveluiden tarjontaa, neuvontaa ja opastusta energiankäytön tehostamisessa. Uudella energiatehokkuusdirektiivillä pyritään lisäämään yhteistuotannon määrää, hajautettua tuotantoa, hyödyntämään teollisuuden hukkalämpöjä ja lisäämään uusiutuvia energianlähteitä. Direktiivi antaa uusiutuville energiantuotantomuodoille ja hajautetulle tuotannolle helpotuksia ja lisää keinoja päästä markkinoille. Samalla energian kokonaiskulutusta pyritään laskemaan vuosittain 1,5 % vuodesta 2014 alkaen.

Direktiivin helpotukset 1,5 %:n energiankulutuksen vähennystavoitteessa on vaikeampi hyödyntää energiatehokkuuden edelläkävijä maissa, jolloin myös Suomessa tilanne tulee olemaan haastava. Euroopan komissio arvioi jäsenvaltioiden asettamien kansallisten tavoitteiden pohjalta EU:n 20 %:n säästötavoitteen toteutumista viimeistään kesäkuussa 2014, jolloin voidaan tehdä kattavampi tilannearvio mahdollisuudesta saavuttaa asetettu tavoite koko EU:n tasolla.

### *Energiatehokkuuspalveluiden tilanne*

Tehtyjen tutkimusten perusteella suurin osa kuluttajista on joko tietämättömiä tai välinpitämättömiä tehostamaan omaa energiankulutustaan. Kuluttajien tietämystä ja käyttäytymistä voidaan parantaa todelliseen kulutukseen perustuvan laskutuksen ja kulutusvertailutietojen avulla. Energiatehokkuusdirektiivin kulutusseuranta-, laskutus- ja vertailuvelvoitteet sähkön ja lämmön osalta saadaan Suomessa pääsääntöisesti täytettyä jo olemassa olevien tai lähitulevaisuudessa käyttöön otettavien web-pohjaisten kulutusraportointiohjelmien ja etäluentajärjestelmien avulla.

Energia-alan palvelumarkkina on monitasoinen koostuen usean eri sektorin toimijoista. Suomeen on jo rakennettu kattava julkinen neuvontajärjestelmä, jonka toimintaa koordinoi Motiva Oy. Monet energiatoimistot antavat toimialueellansa paikallista energianeuvontaa ja toimivat yhteistyöverkostossa Motivan kanssa. Lisäksi energiayritykset ja monet muut yksityiset toimijat tarjoavat omia energiatehokkuuspalveluita kuluttajille.

### *Energiatehokkuus tulevaisuudessa*

Älykkäiden sähkö- ja kaukolämpöverkkojen lisääntyneen tiedonsiirron ja uusien palveluiden avulla loppukuluttajien mahdollisuudet osallistua aktiivisemmin energiamarkkiin kasvat. Pientuotannon ja energiavarastojen avulla kuluttajilla on aikaisempaa paremmat valmiudet ottaa käyttöön kysynnänjouston mekanismeja joko yksin tai tulevaisuudessa virtuaalivoimalaitospalveluiden kautta. Direktiivin velvoitteiden edellyttämänä energiayritykset joutuvat osallistumaan asiakkaidensa energiasäästön seurantaan

aikaisempaa aktiivisemmin, jotta 1,5 %:n yleinen vähennystavoite voidaan saavuttaa ja mitata luotettavasti.

Kaukolämmön kilpailukykyä tulee parantaa lisäämällä tuotantorakenteeseen joustavuutta ja hyödyntämällä tehokkaammin lämpövarastoja ja älykästä mittausinfrastruktuuria. Kaukolämpötoimintaan tulevat vaikuttamaan tulevaisuudessa myös rakentamismääräysten kehitys, vanhojen kiinteistöjen energiatehokkuuden parantuminen ja ilmaston lämpeneminen. Nämä tekijät kaikki tulevat vähentämään kaukolämmitettyjen rakennusten ominaiskulutusta ja kaukolämmön kysyntää.

### ***Energiatehokkuuspalveluiden tulevaisuusskenaariota***

Epävarmuus direktiivin erilaisista tulkintatavoista jäsenmaiden kesken voi heikentää energiatehokkuusdirektiivin tavoitetta parantaa energiatehokkuutta EU:ssa. Energiamarkkinat joutuvat toimimaan haastavassa ja jatkuvasti muuttuvassa toimintaympäristössä, mikä heijastuu epävarmuutena sekä energiantuotannon investointisuunnitelmissa että näkemyksessä energiatehokkuuspalveluiden kehityssuunnista. Tuleva talouskehitys tulee vaikuttamaan voimakkaasti energiayrityksien investointitasoon ja edelleen energiatehokkuuspalveluiden kehittymiseen. Toisaalta heikko talouskehitys tai mahdollinen talouskriisi alentaa aina energiankulutusta ja voi johtaa pitkään jatkuessa energiatehokkuustavoitteiden saavuttamiseen pienin panostuksin.

Tuulivoima- ja ydinvoimakapasiteetin rakennussuunnitelmat saattavat hidastua laskevan talouskehityksen seurauksena, joka osaltaan vähentäisi säätövoiman tarvetta Suomessa. Toisaalta talouskasvun seurauksena lisääntyvä tuulivoima ja joustamaton ydinvoimakapasiteetti taas lisääisivät säätövoiman tarvetta ja sähkön markkinahinnan vaihtelua Suomessa. Tuotannon joustavuuden ja kulutuksen kysyntäjoustojen taloudellinen merkitys tulevat tällöin kasvamaan, mikä lisääisi painetta kehittää älykkäitä energianhallintapalveluita. Matala sähkön hinta taas hidastaa mahdollisesti palveluiden kaupallistumista, kun energiansäästön taloudellinen merkitys kuluttajille pienenee ja hajautetun pientuotannon kannattavuus heikkenee. Jatkuvat sateet vaikuttavat sähköntuotantorakenteeseen ja lisäävät Pohjoismaiden vesivoimatuotantoa. Sateiden lisääntyminen ilmastomuutoksen seurauksena vähentäisi muilla tuotantomuodoilla tuotetun sähkön määrää ja vaikuttaisi sähkön hintaan alentavasti heikentäen yhdistetyn sähkön ja lämmöntuotannon kannattavuutta.

### ***Johtopäätökset***

Suomessa on toimiva julkinen energianeuvontajärjestelmä, jota energiayritysten lanseeraamat energiatehokkuuspalvelut ja mahdollisesti uudet kaupallistuvat pilotit täydentävät jo nyt laajasti. Jatkossa energia-alan rooli energiansäästötoimissa tulee korostumaan, koska energiatehokkuusdirektiivin velvoitteet sähkön ja lämmön vähittäismyyjille ovat haastavat.

Kuluttajat ovat halukkaita tutkimuksien mukaan kokeilemaan uusia innovaatioita, mutta saavutetut säästöt tai kulutustottumusten muutokset eivät useinkaan jää valitettavasti pysyviksi. Tällöin energiatehokkuustoimista saadaan vain lyhytaikaisia tuloksia, ja



pitkäaikaiset tavoitteet jäävät saavuttamatta. Palveluista ollaan myös valmiita herkästi luopumaan, jos ne hinnoitellaan liian korkeiksi tai niillä on vaikutusta myydyn sähkön hintaan.

### ***Ehdotuksia jatkotutkimusaiheiksi***

Älykkäiden sähkö- ja kaukolämpöverkkojen rakentaminen tulee olemaan merkittävä investointi, jonka kokonaiskustannuksia ja kustannusten jakoperusteita järjestelmän eri toimijoiden kesken tulisi selvittää. Nykyinen tutkimus on keskittynyt lähinnä järjestelmien toiminnan ja tulevaisuuden palveluiden mallintamiseen.

Ilmaisten tuotteiden ja päällekkäisten energiatehokkuuspalveluiden tarjoaminen useamman toimijan tuottamana ei ole kustannustehokas tapa. Energiatehokkuuspalvelujen tuottamistapoja kannattaisi tutkia lisää, jotta tarjolla olevista palveluista saataisiin suurempi hyöty. Varsikin pienille energiayrityksille palveluiden tuottaminen voi tulla haastavaksi, jolloin verkostoitumalla useamman yrityksen kanssa voitaisiin varmasti saavuttaa paremmat tulokset.

Pienimuotoisen yhteistuotannon ja kaukolämpövarastojen lisärakentamista yhteistuotannon läheisyyteen kannattaa tutkia säätövoimaa lisäävänä tekijänä. Myös pumppuvoimalaitosten potentiaalisia tuotantopaikkoja kannattaisi Suomessakin selvittää lisää.

## LÄHTEET

Accenture. 2012. Actionable Insights for the New Energy Consumer, Accenture end-consumer observatory 2012. Accenture.

Alanen R., Koljonen T., Hukari S., Saari P., 2003. Energian varastoinnin nykytila. [WWW]. [Viitattu 16.10.2012]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2003/T2199.pdf>

Bröckl M., Pesola A., Vanhanen J., Gaia consulting Oy. 27.9.2010. Primäärienergian ja kaukolämmön kilpailukyky. [WWW]. [Viitattu 11.10.2012]. Saatavissa: [http://energia.fi/sites/default/files/primaarienergia\\_ja\\_kaukolammon\\_kilpailukyky\\_gaia.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/primaarienergia_ja_kaukolammon_kilpailukyky_gaia.pdf)

Cleen Oy. 2008. Energy and Environment Strategic Centre for Science, Technology and Innovation (EnYm-SHOK). Strategic Research Agenda (SRA)

E.ON. Energy gets smart. E-mobility projects. s. 13-18. [WWW]. [Viitattu 8.11.2012]. Saatavissa: [http://www.eon.com/content/dam/eon-com/en/downloads/1/110406\\_Smart\\_Brosch\\_US.pdf](http://www.eon.com/content/dam/eon-com/en/downloads/1/110406_Smart_Brosch_US.pdf)

Ekokumppanit. 2012. Ekokumppanit-kotisivut. [WWW]. [Viitattu 29.10.2012]. Saatavissa: <http://www.ekokumppanit.fi/index.php/ekokumppanit/kuluttajat>

Energiateollisuus. Sähkön tuotanto, tuonti ja vienti. [WWW]. [Viitattu 4.10.2012]. Saatavissa: <http://energia.fi/tilastot-ja-julkaisut/sahkotilastot/sahkontuotanto/sahkon-tuotanto-tuonti-ja-vienti>

Energiateollisuus. 19.1.2012a. Energiavuosi 2011 SÄHKÖ: Lämmin loppuvuosi ja teollisuustuotannon hiipuminen käänsivät sähkön kulutuksen miinukselle 3,8 prosenttia. [WWW]. [Viitattu 4.10.2012] Saatavissa: <http://energia.fi/ajankohtaista/lehdistotiedotteet/energiavuosi-2011-sahkolammin-loppuvuosi-ja-teollisuustuotannon-hii>

Energiateollisuus. 18.06.2012b. Energiatehokkuusdirektiivistä sopu – Energiayhtiöt tehokkuustoimien etulinjassa! [WWW]. [Viitattu 4.10.2012]. Saatavissa: <http://energia.fi/ajankohtaista/lehdist%C3%B6tiedotteet/energiatehokkuusdirektiivist%C3%A4-sopu-energiayhtiöt-tehokkuustoimien-e>

Energiateollisuus. 19.1.2012c. Energiavuosi 2011 KAUKOLÄMPÖ: Kaukolämmön tuotannossa uusiutuvien energialähteiden käyttö nousi ensi kerran yli 20 prosentin.

[WWW]. [Viitattu 8.10.2012]. Saatavissa: <http://energia.fi/ajankohtaista/lehdistotiedotteet/energiavuosi-2011-kaukolampokaukolammon-tuotannossa-uusiutuvien-ene>

Energiateollisuus. 19.1.2012d. Energiavuosi 2011 Kaukolämpö. [WWW]. [Viitattu 8.10.2012]. Saatavissa: [http://www.slideshare.net/slideshow/embed\\_code/11152605?rel=0#](http://www.slideshare.net/slideshow/embed_code/11152605?rel=0#)

Energiateollisuus. 2012e. Kaukolämpöverkko. [WWW]. [Viitattu 8.10.2012]. Saatavissa: <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/kaukolampo-ja-kaukojaahdytys/kaukolampo-verkko>

Energiateollisuus. 2012f. Sähkön ja lämmön yhteistuotanto. [WWW]. [Viitattu 9.10.2012]. Saatavissa: <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/kaukolampo-ja-kaukojaahdytys/sahkon-ja-lammon-yhteistuotanto>

Energiateollisuus. 4.10.2011a. Energiavuosi 2010 – Kaukolämpö. [WWW]. [Viitattu 8.10.2012]. Saatavissa <http://energia.fi/kalvosarjat/energiavuosi-2010-kaukolampo>

Energiateollisuus. 2011b. Kaukolämpötilasto 2010. [WWW]. [Viitattu 11.10.2012]. Saatavissa: [http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/tilastot-ja-julkaisut/kaukolampotilasto\\_2010\\_web.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/tilastot-ja-julkaisut/kaukolampotilasto_2010_web.pdf)

Euroopan Parlamentti. Energiatehokkuusdirektiivi. 11.9.2012. [WWW]. [Viitattu 21.9.2012]. Saatavissa: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/seance\\_pleniere/textes\\_adoptes/provisoire/2012/09-11/0306/P7\\_TA-PROV%282012%290306\\_FI.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/seance_pleniere/textes_adoptes/provisoire/2012/09-11/0306/P7_TA-PROV%282012%290306_FI.pdf)

Euroopan Parlamentti. 18.12.2003. Hyötylämmön tarpeeseen perustuvan sähkön ja lämmön yhteistuotannon edistäminen sisämarkkinoilla. [WWW]. [Viitattu 24.9.2012]. Saatavissa: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/seance\\_pleniere/textes\\_adoptes/definitif/2003/12-18/0592/P5\\_TA%282003%290592\\_FI.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/seance_pleniere/textes_adoptes/definitif/2003/12-18/0592/P5_TA%282003%290592_FI.pdf)

Faruqui A, Sergici S, Sharif A. Huhtikuu 2010. The impact of informational feedback on energy consumption – A survey of the experimental evidence. Energy. vol. 35 (4) p. 1598–1608. Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544209003387>

Fortum. 15.8.2012. Yhteistuotannolla ympäristömyönteistä kaukolämpöä. [WWW]. [Viitattu 8.10.2012]. Saatavissa: <http://www.fortum.com/countries/fi/yritysassiakkaat/kaukolampo/nain-kaukolampo-toimii/kaukolammon-tuotanto/pages/default.aspx>

Fortum. 18.5.2012b. Sähkön ja lämmön yhteistuotanto Suomessa. [WWW]. [Viitattu 17.10.2012]. Saatavissa: <http://www.fortum.com/fi/energiantuotanto/s%C3%A4hk%C3%B6n-ja-l%C3%A4mm%C3%B6n-yhteistuotanto/suomessa/pages/default.aspx>

Fortum 14.8.2012c. Fortum tuo markkinoille kuluttajille suunnatun aurinkopaneelipaketin. Lehdistötiedote. [WWW]. [Viitattu 8.11.2012]. Saatavissa: <http://www.fortum.com/fi/media/pages/fortum-tuo-markkinoille-kuluttajille-suunnatun-aurinkopaneelipaketin.aspx>

Gebremedhin A., Zinko H. 2009. Seasonal Heat Storages in District Heating systems. [WWW]. [Viitattu 17.10.2012]. Saatavissa: [http://intraweb.stockton.edu/eyos/energy\\_studies/content/docs/effstock09/Session\\_11\\_1\\_Case%20studies\\_Overviews/107.pdf](http://intraweb.stockton.edu/eyos/energy_studies/content/docs/effstock09/Session_11_1_Case%20studies_Overviews/107.pdf)

Heiskanen E., Matschoss K., Saastamoinen M. 2012. Asiakkaan näkökulma älykkään sähköverkon lisäarvoon. Kuluttajakeskus. Julkaisuja 2, 2012. [WWW]. [Viitattu 8.11.2012]. Saatavissa: [http://energia.fi/sites/default/files/2012\\_02\\_julkaisu\\_alyverkko\\_korjattu.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/2012_02_julkaisu_alyverkko_korjattu.pdf)

Heyerman D. 2009. The Smart Grid Frontier: Wide Open. Tinycomb tech news. [WWW]. [Viitattu 27.11.2012]. Saatavissa: <http://tinycomb.com/2009/05/03/what-is-the-smart-grid/>

HKR-Rakennuttaja. 2012. Helsingin kaupungin Rakennusviraston kotisivut. [WWW]. [Viitattu 29.10.2012]. Saatavissa: [http://www.hel.fi/hki/HKR/fi/HKR-Rakennuttaja/N\\_in+palvelemme](http://www.hel.fi/hki/HKR/fi/HKR-Rakennuttaja/N_in+palvelemme)

Honkapuro S., Jauhiainen N., Partanen J., Valkealahti S. 12.10.2009. Sähkön ja kaukolämmön rooli energiatehokkuudessa ja energian säästössä. [WWW]. Saatavissa: [http://energia.fi/sites/default/files/sahko\\_ja\\_kaukolampo\\_energiatehokkuudessa\\_20091112\\_0.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/sahko_ja_kaukolampo_energiatehokkuudessa_20091112_0.pdf)

Honkasalo N., Järvinen P., Jääskeläinen J., Raiko M., Sarvaranta A., Aalto A. 16.11.2012. Mistä lisäjoustoa sähköjärjestelmään? Loppuraportti. 8ETFG1R.

Järventausta P., Verho P., Repo S., Mäkinen A., Trygg P., Antikainen J., Mutanen A., Rautiainen A., Marttila M., Löf N., Pikkarainen M., Bastman J., Stranden J., Lu S., Valavaara T., Pokkinen O., Partanen J., Honkapuro S., Lassila J., Nuutinen P., Kaipia T., Makkonen H., Valtonen P., Pinomaa A., Kärkkäinen S., Koponen P., Pihala H., Ikäheimo J., Evens C., Ruska M., Koreneff G., Kekkonen V., Forsström J., Ahonen P., Pykälä M. 14.10.2012. INCA- Interaktiivinen asiakasliityntä ja sen hyödyntäminen sähköjärjestelmän hallinnassa ja energiatehokkuuteen kannustavissa palveluissa. Tampere, Lappeenranta, Espoo. Tutkimusprojektin loppuraportti.

Kasanen P. 7.12.2011. Kuluttajien energianeuvontaprojekti: arviointi. koordinet. [WWW]. [Viitattu 26.10.2012]. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/files/4927/Kuluttajien\\_energianeuvontaprojekti\\_arviointi\\_0712\\_2011.pdf](http://www.motiva.fi/files/4927/Kuluttajien_energianeuvontaprojekti_arviointi_0712_2011.pdf)

Kasanen P. 2009. Energianeuvonnan järjestäminen Suomessa. Sitran selvityksiä 7.

KESTO. 2012. Energiatoimisto KESTO:n kotisivut. [WWW]. [Viitattu 29.10.2012]. Saatavissa: <http://www.kesto.fi/default.asp?SivuID=27336>

KETEK. 2012. Kokkolanseudun Energiatoimiston kotisivut. [WWW]. [Viitattu 29.10.2012]. Saatavissa: <http://kset.fi/fi/-palvelut>

Koski P., Hyytiä H., Elväs S., Saukkonen N. Lokakuu 2011. Energiatehokkuussopimukset 2010, Energiatuotannon ja energiapalvelujen toimenpideohjelmien vuosiraportti. Motiva Oy.

Kärkkäinen S., Koponen P., Martikainen A., Pihala H. 2.10.2006. Sähkön pienkuluttajien etäluettavan mittaroinnin tila ja luomat mahdollisuudet. Espoo. VTT Tutkimusraportti. VTT-R-09048-06.

Lakervi E., Partanen J. 2008. Sähkönjakelutekniikka. Helsinki, Otatieto. 285 s. ISBN 978-951-672-357-3.

Lappalainen H. 5.9.2012. Taajuusohjattujen reservien tuottaminen voimalaitoksilla. Diplomityö. Tampere. Tampereen Teknillinen Yliopisto. 68 s.

Lehto J. 1.12.2010. Integroidun bioöljyn tuotannon teknologiakehityksen tilannekatsaus. [WWW]. [Viitattu 17.10.2012]. Saatavissa: [http://www.tekes.fi/fi/gateway/PTARGS\\_0\\_201\\_403\\_994\\_2095\\_43/http%3B/tekes-ali1%3B7087/publishedcontent/publish/programmes/biorefine/documents/vuosiseminaari2010/lehto011210.pdf](http://www.tekes.fi/fi/gateway/PTARGS_0_201_403_994_2095_43/http%3B/tekes-ali1%3B7087/publishedcontent/publish/programmes/biorefine/documents/vuosiseminaari2010/lehto011210.pdf)

Lemström B., Holttinen H., Jussila M. 2005. Hajautettujen tuotantolaitosten tiedonsiirtotarpeet ja -valmiudet. VTT tiedotteita 2283. VTT, Espoo. 62 s. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2005/T2283.pdf>

Mikkonen I., Motiva Oy. 2009. Energianeuvonta eräissä Euroopan maissa. Sitran selvityksiä 5. ISBN: 978-951-563-680-5. ISSN: 1796-7112.

Motiva Oy. 31.7.2012a. Kuluttajien energianeuvonta Suomessa. [WWW]. [Viitattu 26.10.2012]. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/toimialueet/kuluttajien\\_energianeuvonta](http://www.motiva.fi/toimialueet/kuluttajien_energianeuvonta)

Motiva Oy. 16.10.2012b. Energiatoimistot. [WWW]. [Viitattu 29.10.2012]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/taustatietoa/energiatoimistot>

Motiva Oy. 2009. Kyselytutkimus kulutustiedon ja energiasäästöneuvojen antamisesta 2009. [WWW]. [Viitattu 9.10.2012]. Saatavissa: [http://energia.fi/sites/default/files/kyselytutkimus\\_2009\\_motiva.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/kyselytutkimus_2009_motiva.pdf)

Pesola A., Bröckl M., Vanhanen J., Gaia Consulting Oy. 8.11.2011. Älykäs kaukolämpöjärjestelmä ja sen mahdollisuudet. [WWW]. [Viitattu 16.10.2012]. Saatavissa: [http://energia.fi/sites/default/files/alykas\\_kaukolampojarjestelma\\_gaia\\_2011.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/alykas_kaukolampojarjestelma_gaia_2011.pdf)

Prizztech. 2012. Prizztech:n kotisivut. [WWW]. [Viitattu 29.10.2012]. Saatavissa: <http://www.prizz.fi/sivu.aspx?taso=1&id=582>

Pöyry. Kesäkuu 2009. Energiatehokkuusselvitys kaukolämmityksen pumppausjärjestelystä. [WWW]. [Viitattu 8.10.2012]. Saatavissa: [http://energia.fi/sites/default/files/pumppauksen\\_energiatehokkuus\\_loppuraportti\\_2009.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/pumppauksen_energiatehokkuus_loppuraportti_2009.pdf)

Pöyry Energy Oy. Syyskuu 2006. Sähkön pientuotannon liittäminen verkkoon. [WWW]. [Viitattu 17.10.2012]. Saatavissa: [http://www.elenia.fi/sites/default/files/Sahkon\\_pientuotannon\\_liittaminen\\_verkkoon.pdf](http://www.elenia.fi/sites/default/files/Sahkon_pientuotannon_liittaminen_verkkoon.pdf)

Rakennuslehti. 17.10.2012. Fortum rakentaa bioöljylaitoksen Joensuun voimalaitoksen yhteyteen. [WWW]. [Viitattu 17.10.2012]. Saatavissa: <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/projektit/27729.html>

Sallinen P. 2012. Kaukolämpöala etsi sopeutumiskeinoja: Kaksisuuntainen lämpökauppa tulee. *Energiauutiset* 6/12. s. 34-37.

Savolainen I., Similä L., Syri S. & Ohlström M. (toim.). 2008. Teknologiapolut 2050. Tekniikan mahdollisuudet kasvihuonekaasupäästöjen syvien rajoittamis-tavoitteiden saavuttamiseksi Suomessa. VTT tiedotteita 2432. Espoo. ISBN 978-951-38-7207-6. [WWW]. [Viitattu 17.10.2012]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2008/T2432.pdf>

TEM. 24.5.2012a. Energiatehokkuus. [WWW]. [Viitattu 26.10.2012]. Saatavissa: <http://www.tem.fi/index.phtml?s=2586>

Thermopolis. 2012. Thermopoliksen kotisivut. [WWW]. [Viitattu 29.10.2012]. Saatavissa: [www.thermopolis.fi](http://www.thermopolis.fi)

Vaittinen O., 4.10.2010. Pienvoimatuotannon aggregointi virtuaaliseksi voimalaitokseksi. Diplomityö. Espoo. Aalto-Yliopiston Teknillinen Korkeakoulu. s.65

VALONIA. 2012. VALONIA, Varsinais-Suomen kestävän kehityksen ja energia-asioiden palvelukeskuksen kotisivut. [WWW]. [Viitattu 30.10.2012]. Saatavissa: <http://www.valonia.fi/public/default.aspx?nodeid=14098>

Valtonen P. 2009. Interaktiivisen asiakasrajapinnan mahdollistamat energiatehokkuutta tukevat toiminnot ja niiden kannattavuus. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. s 131.

Vehviläinen I., Hiltunen J., Vanhanen J. 24.8.2007. Lämmön ja sähkön yhteistuotannon potentiaali sekä kaukolämmityksen ja -jäähdytyksen tulevaisuus Suomessa. [WWW]. [Viitattu 11.10.2012]. Saatavissa: [http://energia.fi/sites/default/files/lammon\\_ja\\_sahkon\\_yhteistuotannon\\_potentiaali\\_seka\\_kaukolammityksen\\_ja\\_jaahdytyksen\\_tulevaisuus\\_suomessa.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/lammon_ja_sahkon_yhteistuotannon_potentiaali_seka_kaukolammityksen_ja_jaahdytyksen_tulevaisuus_suomessa.pdf)

Vierimaa Ossi ja Syväri Rami, Fortum Oyj, Keilaniementie 1, Espoo. Haastattelu 18.8.2011 klo 10–11